Ex Libris *No.* 459

SIR WILLIAM CROOKES, D.Sc., F.R.S..

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

TOME HUITIÈME

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

PARAISSANT LE 15 ET LE 30 DE CHAQUE MOIS

DIRECTEUR : **Louis OLIVIER**, DOCTEUR ÈS SCIENCES

TOME HUITIÈME

1897

AVEC NOMBREUSES FIGURES ORIGINALES DANS LE TEXTE

PARIS

G. CARRÉ et C. NAUD, Éditeurs

3, RUE RACINE, 3

1897

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Solennités scientifiques.

Le jubilé de M. Cannizzaro. — C'est le 21 novembre dernier que l'Université de Rome a fêté les 70 ans du sénateur Stanislas Cannizzaro, l'un des maîtres de la Chimie moderne et l'un des promoteurs de la Théorie atomique. Ce jubilé aurait dû avoir lieu le 13 juillet, M. Cannizzaro étant né le 13 juillet 1826 ; mais, cet anniversaire coïncidant avec l'époque des vacances, la touchante manifestation organisée par ses anciens élèves, sous la présidence du sénateur E. Paterno, avait été remise au 21 novembre.

Dans une séance solennelle où assistaient le marquis di Rudini et S. E. Galimberti, représentant le Ministre de l'instruction publique, ses élèves et ses amis, tant italiens que de nationalités étrangères, ont offert à l'illustre Maître son buste en bronze, par Giani, et une médaille d'or commémorative, avec la mention :

A
STANISLAS CANNIZZARO
AMICI — ALLIEVI — AMMIRATORI
ITALIANI E STRANIERI
NEL LXX ANNO DELLA NASCITA
XIII LUGLIO MDCCCXCVI.

L'excédent de la souscription organisée à cet effet s'élevait à 12.000 francs. Suivant le désir du grand chimiste, cette somme sera attribuée à l'*Istituto Chimico* de la *Via Panisperna*.

En réponse à l'allocution remarquable de S. E. Galimberti, M. Stanislas Cannizzaro a retracé toute l'histoire de sa longue carrière scientifique, en un beau discours qui a soulevé d'enthousiastes applaudissements.

Les nombreux télégrammes arrivés de France nous prouvent que nos compatriotes se sont associés de tout cœur à ces fêtes en l'honneur du Maître qui résume la gloire de la Chimie italienne.

G.-F. Jaubert,
Préparateur à l'École Polytechnique.

§ 2. — Nécrologie.

Alfred Nobel, — dont le nom restera attaché à l'invention de la dynamite, est mort le 9 décembre dans sa villa de San Remo. D'origine suédoise, il naquit en 1833 en Russie, où son père exploitait, pour le compte du gouvernement russe, une fabrique de poudre. Il s'adonna de bonne heure aux recherches chimiques, et, dès 1862, tenta d'utiliser, comme matière explosive, la nitroglycérine, découverte en 1845 par le chimiste italien Sobrero.

C'est à cette époque qu'il vint se fixer à Paris, où, grâce à l'appui de M. Barbe, alors ministre de l'Agriculture, il fonda en France, en Allemagne, et en Angleterre, d'importantes fabriques de dynamite.

Depuis quelques années, Alfred Nobel vivait très retiré, soit dans son hôtel de l'avenue de Malakoff, soit à San Remo, où il possédait une villa et un laboratoire de recherches.

Dans son testament, il a manifesté le désir qu'une partie de sa fortune fût consacrée à la fondation d'un certain nombre de prix, qui seront décernés chaque année aux auteurs des meilleurs travaux faits sur les différentes branches de la science.

G.-F. Jaubert.

§ 3. — Art de l'Ingénieur.

Le pavage en bois. — Le pavage en bois s'est particulièrement développé depuis une dizaine d'années, surtout à Paris et à Londres. Dans un ouvrage récent [1], M. Petsche expose l'état actuel de la question, principalement en ce qui concerne Paris, où il a eu à faire d'importants travaux de pavage et à diriger la fabrication des pavés de bois. Nous le suivrons comme guide dans le rapide exposé que nous présentons ici.

[1] *Le bois et ses applications au pavage à Paris, en France et à l'Etranger*, par A. PETSCHE, ingénieur des Ponts et Chaussées, ancien ingénieur du Service municipal de Paris. Paris, Baudry, 1896.

Comme nous l'avons dit, c'est à Paris et à Londres qu'il faut étudier le pavage en bois; les essais faits ailleurs sont trop peu importants pour apporter des renseignements nouveaux. Seul l'échec retentissant de Berlin mérite une étude à part.

Au début, en France et en Angleterre, les inventeurs proposent les systèmes les plus compliqués. Les idées simples sont lentes à venir, et c'est après l'essai de formes souvent bizarres qu'on est arrivé aux simples blocs rectangulaires posés sur fondation de béton.

Le pavage en bois exige un sous-sol bien tassé et où les ouvertures de tranchées soient rares; les réparations sont, en effet, plus difficiles à exécuter convenablement qu'avec les autres systèmes de revêtements. A Paris, les conduites d'eaux, les fils téléphoniques et télégraphiques sont logés dans les égouts; aucune fuite d'eau ne risque de miner la fondation par-dessous; on peut tout inspecter et réparer sans ouverture de tranchée. Les canalisations électriques pour force, lumière, sont logées sous trottoirs, et la Ville exige qu'il en soit de même des canalisations de gaz, lorsqu'une rue doit être pavée en bois. Tout est donc pour le mieux. Beaucoup d'autres villes moins favorisées sous ce rapport ont vu, par là même, le développement du pavage en bois singulièrement entravé.

Les pavés se posent généralement avec de minces réglettes intercalées pour donner un joint d'épaisseur régulière; la réglette peut être laissée à demeure ou enlevée avant le remplissage du joint; ce dernier peut être rempli avec du brai coulé à chaud ou avec du mortier de ciment.

Le choix des essences à employer est une des questions les plus délicates. Les sapins et épicéas ont donné des résultats médiocres; ces bois résistaient mal à l'usure et à la pourriture. Un temps, le pin sylvestre de Suède a régné presque exclusivement; il est encore très employé en Angleterre. A Paris, il est actuellement détrôné par le pin maritime des Landes. Concurremment avec lui on emploie aussi du pitchpin d'Amérique, plus cher, mais plus résistant, quoique devant être encore classé parmi les bois tendres.

Après les bois résineux, sont venus les bois durs, moins sujets à la pourriture, mais plus coûteux. Les bois indigènes sont peu employés; mais l'Australie envoie en grande quantité ses eucalyptus variés, dont certains sont très proches parents de l'acajou; Java envoie le Teck; parmi nos colonies françaises, l'Annam est la première qui hier nous ait donné les bois de Liem, et demain nous verrons, sans doute, les bois du Congo [1] et de Madagascar. En Algérie, de bonnes essences viennent d'être acclimatées, mais il n'existe pas encore d'arbre ayant la grosseur voulue. Il y a là pour nos possessions d'outre-mer une source de trafic qui n'est pas à négliger. Bornéo a envoyé quelques bois de fer et l'Amérique du Sud ne s'est pas encore montrée sur le marché.

Quelle que soit l'essence employée, la réception des bois exige un personnel exercé et une éducation spéciale; sans cela on s'expose à de gros mécomptes; c'est une des raisons qui entraveront toujours le développement du pavage en bois dans les petites villes, où le personnel spécial ne serait pas bien utilisé. Les procédés de conservation, sulfatage, créosotage, etc., le travail du tronçonnage des pavés, exigent des dispositifs spéciaux et ont donné lieu à d'ingénieuses inventions dans le détail, desquelles nous ne pouvons entrer. Un des problèmes les plus ardus a été de faire vivre en bonne intelligence le pavage en bois et les rails de tramways, et il suffit de traverser Paris pour voir que le problème est loin d'être résolu. La présence du rail est une cause d'usure pour le bois, et le bois, par sa poussée, a souvent disloqué les voies. La pratique de ces dernières années a conduit à bien des améliorations, mais le champ reste encore ouvert.

La ville de Paris a d'abord concédé les pavages en bois à des sociétés qui se chargeaient de la construction et de l'entretien pendant 18 ans, moyennant une indemnité annuelle. La surface ainsi concédée entre 1883 et 1887 a été d'environ 400.000 mètres carrés; elle est actuellement de 450.000 mètres carrés. A partir de 1887, la Ville a jugé plus commode et moins cher d'acheter les bois et de faire elle-même la fabrication des pavés et les travaux de pavage. La surface ainsi faite est, de 1887 à 1895 inclus, de 467.000 mètres carrés (620.000 mètres carrés avec 1896); ce système est actuellement le seul adopté pour les nouveaux pavages, sauf quelques cas spéciaux peu importants.

Le pavage en bois est très apprécié en raison de la douceur du roulement et de son insonorité. Convenablement entretenu, il n'est pas plus glissant que le pavage en pierre, il l'est moins que l'asphalte. Comme prix de revient total, y compris entretien, nettoiement, etc., il est moins coûteux que la pierre sur les voies très fréquentées, où les revêtements, quels qu'ils soient, périssent par usure. Il est plus coûteux sur les voies à faible fréquentation et mal aérées, où la pierre est à peu près éternelle et où le bois, à la longue, périt non par usure, mais par pourriture. L'asphalte étant entretenu à forfait sans distinction entre les voies plus ou moins fréquentées, les prix de revient ne sont pas connus pour chaque cas et il est difficile de faire une comparaison précise; si elle était possible, elle donnerait vraisemblablement les mêmes résultats que la comparaison faite plus haut entre le bois et la pierre. Comme propreté, le pavage en bois est supérieur à la pierre, mais reste inférieur à l'asphalte. Enfin, au point de vue de la salubrité, les essais bactériologiques de 1895, faits par M. le Dr Miquel, montrent que le pavage en bois présente toute la sécurité voulue. Encore ces essais n'ont-ils porté que sur les bois tendres et non sur les bois durs employés récemment; il faut donc écarter la légende du pavé transformé en *brosse à dents*, emmagasinant, répandant les germes meurtriers. Néanmoins, sous ce rapport, on ne peut que reconnaître la supériorité de l'asphalte, et son emploi paraît toujours à recommander pour les voies étroites, humides et mal aérées.

Le bois, complexe comme tout ce qui est vivant, exige une étude longue et minutieuse, et ce n'est qu'après bien des années, que, sur plusieurs points, on peut se faire une opinion un peu ferme. Que donneront les bois durs récemment employés? Quelle est au juste la durée des diverses essences dans les diverses circonstances; quelle est celle qui sera la plus avantageuse dans chaque cas, le bois dur et cher ou le bois tendre et à bon marché? La hauteur des pavés, exagérée tout d'abord sans grande utilité et fixée à 15 centimètres, pourra-t-elle être réduite à 10 centimètres ou même 8 centimètres sans inconvénients? Sur la largeur et le mode de remplissage des joints, les opinions ne sont pas encore bien fixées. Nombre de questions sont encore à l'étude, et la période des essais est loin d'être close. En bien des cas, l'étude n'a pu que donner des indications sur les résultats probables, laissant à l'expérience le soin de faire son œuvre; mais l'ouvrage de M. A. Petsche, cité au début de cet article, expose très complètement ce qui est actuellement connu sur ce sujet, et surtout les travaux faits à Paris. Les spécialistes y trouveront tous les détails dans lesquels il nous était impossible d'entrer ici.

P. Lauriol,
Ingénieur des Ponts et Chaussées

[1] Notre collaborateur, M. Henri Leconte, missionnaire de la *Société d'études et d'exploitation du Congo français*, a trouvé en abondance au Congo de grands arbres dont le bois offre une texture analogue et une dureté égale à celles des Teeks de Java. A la suite de son rapport, la Société a décidé de faire venir du Congo des bois durs destinés à des essais de pavage des rues de Paris et des quais intérieurs des chemins de fer P.-L.-M. — Sur ces bois, voyez l'article publié par M. Leconte dans la *Revue générale des Sciences* du 15 novembre 1894, t. V, page 797 et suiv.)

NOTE DE LA DIRECTION.)

§ 4. — Chimie.

Sur la fin prochaine de la Chimie expérimentale. — M. Henri Hélier, dont nous avons discuté les idées sur ce sujet, adresse à notre critique les objections suivantes, que nous nous faisons un devoir et un plaisir d'insérer. L. O.

LETTRE DE M. HÉLIER

« Monsieur,

« J'ai dit et je persiste à croire que la Chimie expérimentale est presque achevée. Il reste encore à faire la synthèse des corps albuminoïdes, ce qui ne peut tarder, et, à moins qu'un nouveau Lavoisier ne nous ouvre des horizons imprévus, on devra se contenter de glaner dans des champs déjà largement moissonnés.

« Je me hâte d'ajouter, Monsieur, que la récolte sera encore belle, surtout dans le domaine de la Chimie minérale, qui me paraît réserver le plus de surprises. Mais là n'est pas la question, j'ai ajouté que le moment me paraissait venu de synthétiser les faits connus, ou, au moins, de travailler à cette synthèse. Le problème s'est évidemment depuis longtemps posé aux grands esprits qui ont fait la Chimie que nous connaissons; mais aucun ne l'a résolu.

« Les mécaniques chimiques auxquelles ont abouti leurs efforts portent toutes au flanc une large blessure et nous avons assisté ou nous assistons à leurs ruines successives. D'autres, des mathématiciens ceux-là, ont tenté, eux aussi, de résoudre le problème, mais ils ont erré pour n'avoir pas été guidés par le contrôle de l'expérience. C'est cette dernière méthode que j'ai suivie : idées théoriques solides et contrôle expérimental.

« Vous reconnaissez vous-même que le point de départ de l'expérience est toujours une idée préconçue; toutes choses égales, d'ailleurs, il vaut donc mieux partir d'une idée théorique solide que d'une idée quelconque. Cela me paraît tellement évident que j'avoue ne pas comprendre pourquoi on me dispute là-dessus. Les plus sensationnelles des découvertes récentes n'ont pas été faites par une autre méthode, je veux parler de la photographie des couleurs et des rayons Rœntgen, ces derniers provenant directement des idées théoriques de Crookes sur la matière radiante.

« D'ailleurs, ces idées théoriques que je préconise, ces béquilles que j'offre aux chimistes, vous les appelez vous-même automobiles. Ou je ne m'y connais pas, où c'est là un gros compliment, aujourd'hui que l'automobilisme n'est plus un rêve, qu'on gravit les rampes à raison de 30 kilomètres à l'heure, qu'on fait du 40 en palier et du petit 60 aux descentes. Je pense que beaucoup adopteront ce mode de locomotion, et j'espère que nous pourrons bientôt fonder le *Chemist Automobil Club*. On ne s'ennuiera pas, croyez-le bien, dans cette nouvelle section de la Société Chimique.

« Veuillez agréer, etc. Henri HÉLIER. »

« *P. S.* — La phrase de M. H. Poincaré est tirée de la préface à sa *Thermodynamique*. Elle ne s'applique pas spécialement à la loi de Newton, mais bien plutôt aux deux principes de la Thermodynamique. Comme je me suis servi de ces deux principes et que je n'ai pas appliqué la loi de Newton, j'ai cru pouvoir en appeler à l'autorité de M. Poincaré ».

Le rôle des carbures métalliques dans la Nature. — Un très petit nombre de carbures métalliques étaient connus, il y a quelques années. Les recherches méthodiques de M. Moissan, sur la chimie des hautes températures, l'ont conduit à isoler et à étudier la série à peu près complète des combinaisons binaires que peut former le carbone avec les métalloïdes et les métaux.

M. Moissan, dans un important mémoire publié aux *Annales* [1], donne sur cette nouvelle classe de corps cristallisés des conclusions générales et fait ressortir le rôle probable des carbures métalliques dans la Nature.

En raison de leur facile formation à haute température, par union du carbone avec un métal, ces composés ont dû se produire en quantité considérable, pendant les premières époques géologiques, et il est vraisemblable qu'il en existe des masses notables dans l'épaisseur de l'écorce terrestre.

D'autre part, l'action de l'eau, sur laquelle M. Moissan a toujours insisté, car elle est très caractéristique, donne naissance, par suite de doubles décompositions avec les carbures métalliques, à des carbures d'hydrogène variés. Ainsi, les carbures des métaux alcalino-terreux dégagent dans l'eau de l'acétylène C^2H^2; le carbure d'aluminium et le carbure de glucinium de M. Lebeau fournissent du formène CH^4; les carbures de cerium, de lanthane, d'yttrium et de thorium, un mélange de formène et d'acétylène; le carbure de manganèse de MM. Troost et Hautefeuille, un mélange de méthane et d'hydrogène; enfin le carbure d'uranium, des carbures gazeux, méthane et éthylène, de l'hydrogène, des carbures liquides et des carbures solides.

Or, si l'on admet l'existence de dépôts de ces carbures dans le sol, ces réactions, sous l'influence de l'eau d'infiltration, pourront se produire fréquemment.

Il en peut résulter le dégagement brusque d'un volume considérable de gaz, qui est sans doute la cause de certains phénomènes volcaniques. Les composés carbonés, asphalte, bitume, carbures gazeux et acide carbonique qui accompagnent les éruptions volcaniques appuient cette supposition. Le dégagement continu d'acide carbonique du granit aux environs de Saint-Nectaire peut s'expliquer également par l'oxydation totale de carbures d'hydrogène d'origine minérale.

En outre, la curieuse décomposition par l'eau du carbure d'uranium permet d'expliquer la formation de certaines sources de pétroles.

Plusieurs théories sont actuellement en présence pour rendre compte de l'origine des pétroles. D'après l'une des plus anciennes, on suppose que des plantes marines (fucoïdes) et des animaux sur les bords de la mer, se sont peu à peu décomposés dans le sol comme les débris organiques qui ont donné naissance à la houille ou à la tourbe.

Une autre théorie admet que le pétrole provient de l'action de l'eau sur des carbures métalliques, les carbures d'hydrogène formés se polymérisant, se saturant par de l'hydrogène sous l'influence d'une température et d'une pression élevées.

Cette théorie paraît bien s'accorder avec une expérience de M. Moissan, dans laquelle 4 kilogrammes de carbure d'uranium ont donné 100 grammes d'un mélange d'hydrogène, d'éthylène, d'acétylène, de carbures saturés liquides et solides. Si la polymérisation de ces corps était favorisée par une pression et une température convenables, cette expérience deviendrait une véritable synthèse des pétroles.

S'il est vrai que, dans certains cas, le pétrole a une origine végétale et animale, il semble donc que, souvent, cette origine puisse être attribuée aux doubles décompositions possibles entre l'eau et les carbures métalliques. Marcel Guichard.

[1] *Annales de chimie et de physique*, 7e série, nov. 1896.

§ 6 — Géographie et Colonisation.

Hai-Nan et les influences étrangères. — Tout le monde se souvient des rivalités d'intérêts qui se sont manifestées en Extrême-Orient à la suite de la guerre sino-japonaise, des convoitises multiples qui se sont à ce moment fait jour: ici c'était la Russie qui devait s'annexer la Corée, là le Japon qui ne voulait pas rétrocéder le Liao-tong qu'il venait d'occuper; plus au sud, c'étaient les Anglais qui, pour se consoler d'une politique peu heureuse, voulaient s'emparer des Chu-san; enfin, les Allemands qui trouvaient, en La-pa, une situation exceptionnelle tant au point de vue maritime que commercial.

Et la France, vous demanderez-vous, que faisait-elle pendant ce temps? Elle discutait. Quoi, en effet, de plus facile que de résoudre des questions qui reposent sur le droit, quoi de plus simple que de faire comprendre que des pirates sont bien des pirates, que c'est un *casus belli* qu'une violation de frontière par des soldats ou fonctionnaires en armes, que c'est un acte peu courtois que de laisser les mandarins chinois se faire les complices de la piraterie ou d'exciter la populace contre les voyageurs qui parcourent l'Empire.

Et c'est sur ces questions que depuis plus de dix ans nous discutons et que nous discutions encore quand les nations étrangères, redoublant d'efforts, cherchant chacune un point favorable pour prendre pied dans le voisinage de la Chine, pensèrent en même temps à visiter Haï-Nan. Un croiseur anglais faisait déjà des sondages à Yu-lin-kan, tandis qu'un japonais arrivait à Sam-a, et que, dans le nord de l'île, la canonnière allemande « l'*Iltis* » se livrait à une série d'explorations pour reconnaître les rivages et les points favorables à un débarquement. Un Français, le seul qui ait paru dans l'intérieur de l'île, assistait à cette course au clocher et prévenait aussitôt le Gouverneur Général de l'Indo-Chine des visites répétées des étrangers; mais croyez-vous que nous ayons montré notre pavillon? Sous prétexte qu' « on manquait de tout renseignement précis sur Haï-Nan, que sa géographie intérieure et sa situation économique étaient encore inconnues [1] », on refusait de s'intéresser à l'avenir de cette île, point stratégique par excellence.

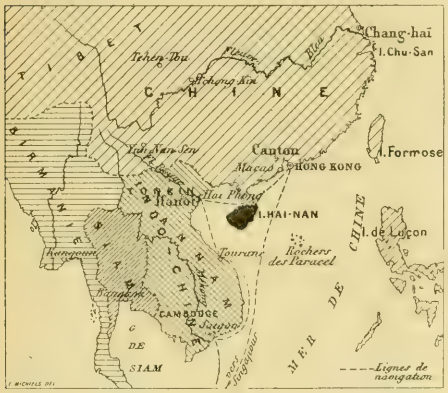


Fig. 1. — *Relations géographiques de l'île d'Haï-Nan avec les pays voisins.*

A Hong-Kong, on fit des gorges chaudes de ces excuses, et quelqu'un d'ajouter : « Que n'en avez-vous pas référé au gouvernement anglais? Il vous eût certainement donné toutes facilités, soutenu même ou pour le moins exprimé ses remerciments ». — Et chez nous?... Rien de tout cela!

Et, pendant ce temps, les Anglais gagnent du terrain, sont renseignés sur tout ce qui se passe en Extrême-Orient, soutiennent, subventionnent leurs compatriotes et leurs clergymen, et, sans crier gare, s'emparent un beau matin d'un point favorable. Du reste, l'influence américaine les seconde habilement; la similitude de mœurs, le même langage et la parfaite communion d'idées avec les Anglais au point de vue religieux sont les causes directes, en Extrême-Orient, de l'alliance anglo-américaine.

L'Allemagne suit à grands pas l'influence anglaise, et ses protégés sont d'autant plus nombreux, actifs et travailleurs, qu'ils sentent qu'en toute circonstance leur gouvernement les soutient avec énergie; — est-il besoin de rappeler les affaires du Chan-song, de Nan-king, de l'*Iltis* à Formose, pour voir que l'Allemagne est décidée à agir?

Que ne suivons-nous pas la même politique! Il serait temps, il me semble, de penser à l'extension de la France en Asie. Portez vos regards sur une carte d'Extrême-Orient et examinez la remarquable position d'Haï-Nan (fig. 1), à l'entrée du golfe du Tonkin, commandant par ses refuges du sud la grande route de Singapore-Hong-Kong. Pensez à la force qu'acquerrait la puissance qui occuperait ce point stratégique. Mais, nous-mêmes, n'avons-nous pas des antécédents à faire revivre? Au XIIe siècle les Annamites, nos protégés, n'occupèrent-ils pas une partie de la côte sud-ouest de l'île? En fait, les Chinois ne sont-ils pas étrangers au pays, sont-ils partout chez eux? Demandez plutôt ce que pensent les Sai et les Miou indépendants du massif montagneux, de l'occupation chinoise, des quelques rares postes célestes qui sont sensés tenir le sentier du sud. Aurions-nous déjà oublié les idées de l'amiral Courbet qui voulait faire d'Haï-Nan le centre du ravitaillement et de ralliement de la flotte française dans les mers de Chine?

Un pays grand comme toute la Normandie, d'une superficie dépassant de quatre fois celle de l'île de Corse, riche en cuivre, fer, plomb argentifère, or, étain, couvert de jolies forêts aux bois odoriférants, médicinaux, au climat salubre, où plus d'un million et demi d'Asiatiques paisibles et ouvriers, vivent du produit de la rizière ou de la montagne, ne vaut-il pas une attention soutenue, une préoccupation constante?

Fig. 2. — *Portion de la figure précédente à plus grande échelle pour montrer la configuration de l'île d'Haï-Nan.*

Commençons par imiter l'Angleterre et l'Allemagne en nommant un agent qui représentera la France. La maison française qui est installée à Haï-Nan et qui y tient en jeu les plus gros intérêts européens engagés dans le pays, ne vaut-elle pas un encouragement et surtout une protection? Oublions-nous aussi que nous sommes les « Protecteurs de la religion catholique » en Chine, faillirions nous devant le seul point politique qui nous donne une des rares raisons de nous montrer en Extrême-Orient, et, bien que l'île soit dévolue à deux missionnaires portugais, ne devons-nous pas leur venir en aide dans leurs démêlés avec les autorités chinoises ou bien avec la puissante mission protestante américaine?

Jugeons avec intérêt les questions asiatiques, la fortune de la France est d'avance assurée en Extrême-Orient, sous la condition d'un programme étudié de l'extension des intérêts français. Haï-Nan est à notre porte, surveillons-la, car l'avenir de la France en Asie et surtout la sécurité de notre bel Empire Indo-Chinois nous le commandent. Cl. Madrolle.

[1] Texte de la réponse (avril 1896).

LES PROVINCES BOTANIQUES

DE LA FIN DES TEMPS PRIMAIRES

Lorsque l'on a commencé, il y a environ trois quarts de siècle, à s'occuper de l'étude des plantes fossiles, et plus particulièrement de celles qu'on rencontre dans les dépôts houillers, on n'a pas tardé à être frappé de la constance de composition que présentait, d'un point à l'autre du globe, la flore de ces dépôts. Les genres et les espèces observés dans tel ou tel bassin de la France ou de l'Allemagne se retrouvaient exactement les mêmes, non seulement dans les autres gisements houillers de l'Europe, mais dans ceux de l'Amérique; et, lorsque les explorations s'étendirent davantage, on les vit reparaître également au sud de l'Afrique d'un côté, et de l'autre jusque dans les régions arctiques. On constatait sans doute, à mesure qu'on pénétrait plus avant dans la connaissance de la flore de l'ère paléozoïque, que cette flore s'était peu à peu modifiée, et que les plantes de l'époque permienne, par exemple, n'étaient plus les mêmes que celles des premiers temps de l'époque houillère; mais on reconnaissait en même temps, sur tous les points où la série géologique était suffisamment complète, que partout les modifications avaient été les mêmes et s'étaient succédé dans le même ordre, si bien qu'il ne semblait pas douteux que, pendant toute la durée des temps primaires, les différentes régions émergées de notre globe eussent été à chaque époque semblables les unes aux autres par la composition de leur flore.

Cette flore, envisagée dans son ensemble, possédait, d'ailleurs, en propre certains types aisément reconnaissables, qui ne permettaient de la confondre avec aucune autre : d'abord de nombreuses Lycopodinées arborescentes de caractères plus ou moins variés, Lépidodendrées et Sigillariées; puis des Equisétinées géantes, à feuilles libres ou à peine soudées à leur base, tantôt dressées, comme les Astérophyllites, tantôt étalées dans le plan des rameaux, comme les *Annularia;* enfin, sans parler d'autres types moins importants, quantité de Fougères à frondes souvent de très grande taille, tripinnées ou quadripinnées, se répartissant en un grand nombre de genres.

Dès le début des recherches, cependant certains dépôts réputés houillers, tels que ceux de la Nouvelle-Galles du Sud, en Australie, avaient fourni à Ad. Brongniart des formes différentes, à savoir des Equisétinées à feuilles soudées, sur une partie de leur longueur, en une gaine plus ou moins semblable à celles de nos Prêles, pour lesquelles il avait créé le genre *Phyllotheca*, et des Fougères à frondes simples, entières, à nervures anastomosées en réseau, auxquelles il avait donné le nom générique de *Glossopteris;* mais des feuilles presque semblables à ces dernières par la forme et par la nervation s'étaient rencontrées, dans le Jurassique de l'Europe sur différents horizons, et Brongniart, qui les avait rangées dans ce même genre *Glossopteris*, faisait observer que la flore des couches de charbon d'Australie, si peu connue qu'elle fût encore, semblait offrir beaucoup plus d'affinités avec la flore jurassique qu'avec la flore houillère.

Les paléobotanistes qui se sont occupés après lui de la flore fossile de la Nouvelle-Galles du Sud avaient été encore plus frappés de ces affinités et n'avaient pas hésité à la considérer comme jurassique; il en avait été de même pour la flore des couches charbonneuses de l'Inde à *Glossopteris* et à *Phyllotheca*, et la découverte de *Phyllotheca* dans le Jurassique européen était venue fournir un argument de plus à l'appui de ce classement.

Il est vrai que, par contre, on avait été amené à séparer des vrais *Glossopteris* les feuilles à nervation anastomosée trouvées dans les dépôts secondaires de l'Europe, ayant reconnu en elles, au lieu de frondes simples, des folioles détachées de feuilles quadrifoliées plus ou moins analogues à celles des *Marsilia*, et qu'on en faisait désormais un genre à part, sous le nom de *Sagenopteris;* l'affinité signalée par Brongniart devenait ainsi quelque peu contestable. Mais le principe de l'uniformité de la flore paléozoïque sur toute l'étendue du globe semblait avoir reçu une confirmation nouvelle par la découverte, en Australie même, dans des couches, les unes dévoniennes, les autres carbonifères, de plantes respectivement identiques, non seulement comme genres, mais comme espèces, à celles qu'on reconnaissait en Europe pour les plus caractéristiques, et de la flore dévonienne, et de la flore carbonifère inférieure. Aussi, malgré les arguments stratigraphiques mis en avant par les géologues locaux, les paléobotanistes étaient-ils unanimes, il y a une quinzaine d'années encore, tout au moins en Europe, à rapporter à la période secondaire ces couches à *Glossopteris* et à *Phyllotheca* de l'Australie et de l'Inde, ainsi que celles de l'Afrique australe dans lesquelles avait été observée la même flore.

Les idées sont aujourd'hui complètement modi-

fiées, grâce aux observations nouvelles, plus précises et plus détaillées, dont cette « flore à *Glossopteris* » et les couches qui la renferment ont été l'objet, principalement en Australie et dans l'Inde et, plus récemment, sur d'autres points du globe. Il faut citer en première ligne les travaux de W.-B. Clarke, qui ont mis hors de doute l'intercalation sans accident, au milieu de la série carbonifère à fossiles marins de la Nouvelle-Galles du Sud, de couches de charbon renfermant précisément les types caractéristiques de cette flore, *Glossopteris* et *Phyllotheca*. En outre, dans ces mêmes couches et à côté de ces formes typiques, O. Feistmantel a reconnu la présence d'un *Annularia* à peine distinct de l'une des espèces de la flore houillère d'Europe et d'Amérique, établissant ainsi un lien entre celle-ci et la flore si particulière qu'on avait seule observée jusqu'alors dans les dépôts charbonneux d'Australie. D'autre part, les études géologiques entreprises notamment par MM. Oldham, Blanford et Wilkinson, ont permis de raccorder stratigraphiquement, au moins à grands traits, les couches à végétaux fossiles de l'Inde avec celles de l'Australie, ainsi qu'avec celles du sud de l'Afrique; de son côté, Feistmantel, en étudiant en détail la flore de ces couches et les variations qu'elle présente d'un niveau à l'autre, fournissait de précieux éléments pour ce raccordement, en même temps qu'il faisait ressortir les affinités que possèdent, avec certaines espèces de la flore triasique de l'Europe, quelques-uns des types qui se trouvent, dans les formations indiennes, associés aux *Glossopteris* et aux *Phyllotheca*. J'ai montré moi-même, il y a quelques années, comment la constitution de la flore des couches de charbon du Tonkin, formée d'un mélange de types spécifiques de la flore rhétienne de l'Europe et de la flore fossile indienne, venait à l'appui de l'attribution au Trias de la portion la plus élevée des couches à *Glossopteris* de l'Inde, et j'ai fait voir à cette occasion, en m'appuyant sur les résultats fournis par l'étude de la flore fossile de la région sud-asiatique, australienne et australo-africaine, qu'il avait dû y avoir sur le globe, vers la fin de la période primaire et au début de la période secondaire, deux grandes provinces botaniques bien distinctes, entre lesquelles le sud de l'Asie semblait avoir formé un trait d'union, tout au moins à l'époque triasique et rhétienne.

Depuis lors, de nouveaux documents ont été recueillis, en Afrique d'une part, dans l'Amérique du Sud de l'autre, au Brésil notamment, où une série d'empreintes, provenant des gîtes charbonneux de Rio Grande do Sul, m'a permis de reconnaître un nouveau point de contact entre ces deux provinces, et m'a fourni en même temps un utile repère pour la parallélisation des dépôts formés respectivement dans l'une et dans l'autre.

Nous n'avons sans doute encore, sur cette question de la répartition des types végétaux à la surface de notre globe aux époques anciennes de son histoire, que des renseignements bien incomplets, et, quelques découvertes qu'on puisse espérer dans l'avenir, il restera toujours dans nos connaissances à cet égard des lacunes considérables, les couches à plantes fossiles étant relativement rares, les végétaux qui vivaient sur la Terre à une époque donnée ne nous ayant été conservés que sur un petit nombre de points et les débris qu'ils nous ont laissés ne représentant nécessairement qu'une fraction, peut-être assez faible, de la flore de cette époque. Néanmoins les documents que nous possédons aujourd'hui sont loin d'être sans valeur, et il semble qu'il y ait dès maintenant quelque intérêt à les résumer.

I

La flore de la période dévonienne, la première sur laquelle nous ayons des données un peu positives, paraît, ainsi que je le disais tout à l'heure, avoir été la même sur toute l'étendue du globe; du moins retrouve-t-on dans les couches dévoniennes d'Australie, classées comme telles d'après les fossiles marins qu'elles renferment, les mêmes types végétaux que dans les dépôts correspondants d'Europe et d'Amérique, assez pauvres d'ailleurs, les uns comme les autres, en empreintes de plantes.

Il en est de même au commencement de la période carbonifère, à l'époque du Culm, dont la flore nous est mieux connue, grâce surtout à l'exploitation des gîtes de charbon assez nombreux remontant à cette époque; elle comprend notamment diverses Lépidodendrées, des Équisétinées du genre *Asterocalamites* ou *Bornia*, et des Fougères assez variées, entre autres du genre *Rhacopteris*, à frondes simplement pinnées. Les mêmes types végétaux se sont rencontrés dans les divers gisements de cette époque qui ont été explorés en Europe, en Asie, et dans l'Amérique du Nord, et la même flore a été reconnue jusque dans les régions arctiques, notamment au Spitzberg. Elle paraît représentée également dans la région saharienne, d'après les quelques échantillons de Lépidodendrées, malheureusement mal conservés, qu'a pu y récolter M. Foureau. Elle a été retrouvée de même, sans modification sensible, d'une part dans la République Argentine, d'autre part dans le Carbonifère inférieur de Victoria, de Queensland et de la Nouvelle-Galles du Sud.

Il y avait ainsi, à cette époque, identité complète entre la flore de l'hémisphère austral et celle de l'hémisphère boréal, et l'uniformité de la

végétation paraît bien avoir été absolue. Peut-être cependant les différences qui devaient se manifester vers la fin de la période houillère s'annonçaient-elles dès ce moment par l'apparition, en Australie, des premiers représentants de ces *Glossopteris* qui allaient occuper bientôt une place si importante dans la flore de ces régions : on aurait recueilli, en effet, à Arowa, dans la Nouvelle-Galles du Sud, associé à des *Rhacopteris*, un *Glossopteris*, qui serait l'espèce la plus ancienne du genre et en ferait remonter ainsi l'apparition jusqu'au Culm; mais la trouvaille, signalée par Mac Coy, a été unique, et des doutes sérieux se sont même élevés sur la provenance de l'échantillon, de telle sorte que la coexistence de ce genre avec les espèces cosmopolites du Culm demeure singulièrement problématique. Il est certain, dans tous les cas, si le fait est réel, que les *Glossopteris* étaient alors d'une excessive rareté, et n'imprimaient encore à la flore australienne aucun caractère particulier.

II

A la période houillère proprement dite correspond dans nos régions une flore extrêmement riche, composée surtout de Cryptogames vasculaires avec quelques Gymnospermes; il n'y a pas lieu d'entrer ici dans l'énumération détaillée des types qui la constituaient, et dont j'ai cité tout à l'heure les plus caractéristiques; il faut cependant, à côté de ceux-ci, en mentionner encore deux autres, déjà observés plus bas, et qui ont contribué à donner à la flore paléozoïque le facies particulier qu'elle possède, à savoir les *Sphenophyllum*, constituant une classe à part de Cryptogames vasculaires, et les Cordaïtes, appartenant à l'embranchement des Gymnospermes, dont ils semblent avoir été les plus anciens représentants. Les modifications que la flore a subies pendant la période houillère permettent, bien qu'elles se soient opérées graduellement, de distinguer dans cette période deux époques principales, l'époque westphalienne, qui fait suite à celle du Culm, et l'époque stéphanienne, à laquelle, avec de faibles modifications de la flore, succède directement l'époque permienne.

C'est au cours de cette dernière que semblent avoir disparu les principaux types de la flore paléozoïque, et en particulier les grandes Lycopodinées arborescentes qui avaient joué jusque-là un rôle si considérable, pour faire place à une série de types nouveaux, appartenant notamment à la classe des Cycadinées, qu'on voit apparaître vers le sommet des couches stéphaniennes et qui vont former l'un des traits dominants de la flore, depuis le Trias jusqu'à la fin du Jurassique.

Il existe malheureusement, à la fin de l'ère paléozoïque, de graves lacunes dans nos connaissances, la flore de la seconde partie de l'époque permienne, comme celle des deux termes inférieurs du Trias, ne nous ayant laissé que des témoins fort insuffisants; mais ce dont on est assuré, c'est que, pendant toute la période houillère, la marche de la végétation a été, dans toute l'Amérique du Nord, la même qu'en Europe, et que, sur toute cette étendue, la flore a été à tout moment semblable à elle-même d'un point à l'autre. En effet, plus les recherches se sont développées, et plus cette uniformité de la flore s'est affirmée, les mêmes genres, les mêmes espèces se retrouvant sur le même horizon d'un bout à l'autre de l'Europe et reparaissant au même niveau dans la série houillère du Canada ou des États-Unis; il a continué d'ailleurs à en être de même par la suite, et l'identité de composition se révèle tout aussi frappante dans les dépôts, soit permiens, soit triasiques, de l'un et de l'autre continent, dans lesquels ont été recueillis des végétaux fossiles.

Si de l'Europe on passe en Asie, on y observe encore les mêmes faits : en Asie Mineure d'abord, où les gîtes houillers des environs de l'ancienne Héraclée renferment d'abord, dans leurs couches les plus profondes, les espèces habituelles de la flore du Culm, puis celles du Westphalien inférieur, et, à leur sommet, celles de la zone la plus élevée de ce même étage. A l'autre extrémité du continent asiatique, la flore houillère reparaît en Chine, notamment dans les grands bassins du Shansi et du Hunan, où F. von Richthofen a recueilli diverses Fougères, Sphénophyllées, Equisétinées, Lépidodendrées et Cordaïtées, identiques ou étroitement alliées à celles que nous trouvons, dans le centre de la France, sur la limite commune du Stéphanien et du Permien.

Enfin, dans les couches carbonifères de l'Afrique australe, à quelque distance du Cap, Grey a reconnu une série de Fougères, d'Equisétinées, de Lépidodendrées, de Sigillaires, spécifiquemment identiques à celles de notre flore westphalienne. Plus près de l'équateur, les échantillons recueillis par M. Lapierre dans le bassin houiller de Tete, près du Zambèze, ne m'ont fourni de même que des espèces communes dans notre flore houillère, mais correspondant à un niveau plus élevé que celles des dépôts houillers du Cap, à savoir à la portion inférieure ou moyenne du Stéphanien.

Ainsi la flore qui vivait en Europe durant la période houillère se retrouve à la fois dans l'Amérique du Nord, en Asie jusque dans l'Extrême Orient, en Afrique jusqu'à son extrémité méridionale, caractérisée par les mêmes formes spécifiques, associées de la même manière, et les modifications

qu'elle a subies d'un bout à l'autre de cette période ont été les mêmes sur tous les points. Ce n'est pas cependant qu'il n'ait pu y avoir, au milieu de cet ensemble d'espèces partout semblables à elles-mêmes, certains types, spécifiques ou génériques, moins répandus, et n'ayant joui que d'une aire de dispersion relativement limitée ; mais si, parmi ces types qui semblent ainsi cantonnés dans une région plus ou moins restreinte, quelques-uns, comme les *Idiophyllum* de la Chine et des États-Unis ou les *Nœggerathia* du terrain houiller de l'Europe centrale, se font remarquer pas des caractères bien tranchés, ils demeurent toujours noyés dans un ensemble d'espèces ubiquistes trop considérable pour que leur présence ou leur absence puisse altérer en quoi que ce soit le caractère d'uniformité générale de la végétation.

III

Pendant que cette riche flore s'étendait sur une si grande partie de notre globe et y poursuivait son évolution graduelle, l'hémisphère austral et la région méridionale de l'Asie voyaient se développer d'autres formes végétales toutes différentes, et infiniment moins variées. La flore à *Glossopteris* ne compte guère en effet, si l'on n'envisage que ses éléments essentiels, que quatre types génériques distincts, sans parler des *Vertebraria*, demeurés si longtemps énigmatiques et cités toujours comme un des genres les plus caractéristiques de cette flore, mais que j'ai reconnus récemment pour n'être autre chose que les rhizomes des *Glossopteris*. Ces quatre types sont, d'abord, deux genres de Fougères, les *Glossopteris*, et les *Gangamopteris*, voisins des *Glossopteris*, mais différant par l'absence de nervure médiane, puis un genre d'Equisétinées, les *Phyllotheca*, et un genre de Gymnospermes, les *Nœggerathiopsis*, représentés par de grandes feuilles simples, assez voisins, à ce qu'il semble, des Cordaïtées, et qui rappellent seuls dans cet ensemble un des types familiers de notre flore paléozoïque, tandis que tous les autres de ceux-ci paraissent faire absolument défaut.

On comprend sans peine que, dans une flore aussi pauvre et dont pas mal d'espèces semblent, en outre, avoir eu une longévité considérable, il soit assez difficile de saisir des différences susceptibles de permettre la distinction des niveaux ; les *Gangamopteris* fournissent cependant un précieux repère, par leur abondance extrême à un moment donné, après quoi les *Glossopteris*, qui n'occupaient à côté d'eux que le second rang, se multiplient considérablement et prennent la première place, pour diminuer ensuite peu à peu dans les niveaux supérieurs. On avait, d'ailleurs, reconnu la présence, en Australie, dans l'Inde et dans l'Afrique australe, à la base même de l'étage à *Gangamopteris*, de conglomérats particuliers, considérés par la plupart des géologues locaux comme ayant une origine glaciaire, et qui avaient permis de paralléliser les formations de ces trois pays avant que la flore en eût été étudiée en détail, de sorte que les observations paléobotaniques se sont trouvées parfaitement d'accord avec les observations stratigraphiques.

On avait, de même, été amené à penser, d'après les résultats des études géologiques et paléontologiques faites sur ces différentes régions, que les couches à *Gangamopteris*, ainsi peut-être qu'une partie des couches à *Glossopteris* qui les surmontent, devaient correspondre au Permien ; mais cette détermination d'âge pouvait encore être discutée, lorsque j'ai eu récemment l'occasion de constater l'association, dans les dépôts charbonneux du Brésil méridional, des *Gangamopteris*, d'une part avec des Lépidodendrées de notre flore houillère et permienne, d'autre part avec des Fougères visiblement alliées à certaines formes de notre Permien inférieur. Il ressort de là que les *Gangamopteris* correspondent bien au début de l'époque permienne ou à la fin de la période houillère, aux derniers temps de l'époque stéphanienne, et les rapports d'âge des couches à *Glossopteris* avec nos couches permocarbonifères se trouvent ainsi précisés. Un autre repère a été fourni d'ailleurs, au sommet de la série, par la présence de *Glossopteris*, les derniers sans doute, dans les dépôts charbonneux du Tonkin, où ils sont noyés au milieu d'une flore très variée, en grande partie formée de types génériquement et spécifiquement identiques à ceux qui vivaient en Europe à l'époque rhétienne.

Quant à la date à laquelle les premiers représentants de cette flore à *Glossopteris* ont fait leur apparition, elle est plus difficile à fixer exactement, étant donné qu'on ne saurait considérer comme établie la présence d'un *Glossopteris* dans le Culm de la Nouvelle-Galles du Sud : les couches qui succèdent en Australie à celles du Culm sont de formation marine et renferment uniquement des fossiles animaux, et ce n'est que vers le sommet de la série qu'on voit, dans la Nouvelle-Galles du Sud, des couches de charbon s'intercaler dans cette formation marine, à un niveau un peu inférieur à celui des conglomérats qui correspondent à la base de l'étage à *Gangamopteris* ; on a recueilli dans ces couches, d'âge vraisemblablement stéphanien, quatre ou cinq espèces de *Glossopteris*, un *Phyllotheca* et un *Nœggerathiopsis*, associés à un *Annularia* très voisin d'une de nos espèces houillères et qui paraît devoir être regardé comme un dernier témoin de l'existence, dans la région australienne, de notre

flore houillère normale, laquelle aurait sans doute succédé là, comme dans l'hémisphère boréal, à la flore du Culm, et n'aurait définitivement cédé la place à la flore à *Glossopteris* qu'au cours de l'époque stéphanienne.

C'est là, malheureusement, le seul renseignement qu'on possède, les autres États d'Australie, Victoria, Queensland et la Tasmanie n'ayant pas offert de couches à plantes intermédiaires entre le Culm et l'étage à *Gangamopteris ;* dans ces divers États, on observe d'ailleurs, avec plus ou moins de netteté, la même succession, les *Gangamopteris* caractérisant les niveaux inférieurs de la série, pour laisser ensuite la place aux *Glossopteris*, particulièrement abondants et variés dans les couches de Newcastle de la Nouvelle-Galles du Sud ; et partout aussi la flore à *Glossopteris* se montre sans mélange, ne comprenant guère, en dehors des quatre genres cités plus haut, que quelques rares Fougères, du groupe des Sphénoptéridées, et quelques débris de Conifères. Dans les couches qui succèdent à celles-là, dans celles notamment de Tivoli ou d'Ipswich dans l'État de Queensland, et de Jérusalem en Tasmanie, on ne trouve déjà plus ni *Glossopteris*, ni *Gangamopteris*, ni *Nœggerathiopsis*, et les quelques *Phyllotheca* qu'on y rencontre y sont mêlés à des espèces dont la plupart, sauf peut-être une ou deux Fougères, comme le *Thinnfeldia odontopteroides*, sont alliées de fort près à des types du Trias supérieur ou du Rhétien de l'Europe ou des États-Unis, de telle sorte que la flore, prise dans son ensemble, n'offre plus de contraste sensible avec celle de nos régions. Cependant, en Nouvelle-Zélande, on observe encore, d'après M. Crié, quelques *Glossopteris* à peu près sur ce même niveau du Trias supérieur ou du Rhétien, mais perdus dans une flore tout à fait semblable à celle des dépôts correspondants d'Australie et de Tasmanie.

Au sud de l'Afrique, où nous avions retrouvé notre flore westphalienne aux environs du Cap et notre flore stéphanienne dans la vallée du Zambèze, la flore à *Glossopteris* apparaît avec la série des formations du Karoo, les *Gangamopteris* se montrant dans les schistes de Kimberley, et les *Glossopteris* leur succédant, avec les *Nœggerathiopsis* et quelques rares *Phyllotheca*, dans l'étage de Beaufort, auquel appartiennent une partie au moins des gîtes de charbon du Transvaal, ainsi que l'indiquent les échantillons rapportés à l'École des Mines par M. de Launay. Là, comme en Australie, la flore est singulièrement peu variée, et se réduit aux quelques types que j'ai cités ; mais immédiatement au-dessus, dans l'étage de Stormberg, qui forme le couronnement de la série de Karoo, et de même encore qu'en Australie, les types de la flore à *Glossopteris* semblent avoir disparu pour faire place à des espèces beaucoup plus voisines de celles de notre flore triasique ou rhétienne, à part toutefois le *Thinnfeldia odontopteroides*, qui se rencontre également ici.

Dans l'Inde, la succession est la même : au-dessus des couches à *Gangamopteris* de Talchir et de Karharbari, qui font suite aux conglomérats de Talchir, viennent les couches à *Glossopteris* de Damuda, et, au sommet de la série dite des *Middle Gondwanas*, les couches de Panchet, où les *Glossopteris* ne tiennent plus qu'une place restreinte, associés d'un côté au *Thinnfeldia odontopteroides*, et de l'autre à des Pécoptéridées et des Ténioptéridées identiques ou alliées de près à des espèces de nos formations triasiques supérieures ou rhétiennes. Mais ici la flore est beaucoup plus variée qu'en Australie et dans l'Afrique australe, et comprend des formes qui rappellent singulièrement quelques-unes de celles du Permien ou du Trias inférieur de nos régions : c'est ainsi que l'on remarque, dans les couches de Karharbari, une Fougère, *Nevropteridium validum*, voisine du *Nevr. grandifolium* du Grès bigarré des Vosges, et dans l'étage de Damuda une Équisétinée, à peine distincte du *Schizoneura paradoxa* de la même formation, tandis que le *Sphenophyllum speciosum* et le *Cyathea*(?) *Tchihatchewi* se rapprochent, le premier de certains *Sphenophyllum* de nos dépôts stéphaniens et permiens, le second du *Pecopteris leptophylla* de notre Permien inférieur.

L'extension de la flore à *Glossopteris* dans la région sud-asiatique est encore attestée, plus à l'est, par la présence, dans les couches charbonneuses du Tonkin, de *Nœggerathiopsis* et de quelques rares *Glossopteris*, qui ne tiennent plus alors qu'une place insignifiante au milieu d'une flore où se retrouvent un grand nombre d'espèces du Rhétien de l'Europe, avec quelques types spécifiques du Trias supérieur ou du Lias inférieur de l'Inde.

Au nord-ouest de l'Inde, M. Griesbach a signalé de même, dans l'Afghanistan, la présence de *Glossopteris* dans des couches infrajurassiques renfermant en outre d'autres formes de la flore fossile indienne qu'il n'a malheureusement pas précisées.

Enfin un dernier jalon a été fourni, entre l'Asie et l'Australie, par les empreintes de *Vertebraria* (rhizomes de *Glossopteris*) et les *Phyllotheca* que M. Tenison-Woods a observés à Bornéo, dans les gîtes charbonneux de Sarawak.

Dans l'Amérique du Sud, la flore à *Glossopteris* est longtemps restée ignorée, et la constatation de son existence est des plus récentes : annoncée en 1891 dans le sud du Brésil par M. Hettner sans mention précise des types observés, elle n'a été en effet mise hors de doute qu'en 1894, dans la République Argentine, par M. le Dr Kurtz, qui a

découvert dans la province de San Luis, une flore tout à fait semblable à celle des couches indiennes de Karharbari, avec *Gangamopteris*, *Nœggerathiopsis* et *Nevropteridium validum*. J'ai moi-même, en 1895, reconnu la présence, dans les échantillons de Rio Grande do Sul rapportés par M. Hettner ou faisant partie des collections de Madame la Comtesse d'Eu, du *Gangamopteris cyclopteroides*, l'espèce typique du niveau de Karharbari, associé à des Lépidodendrées de notre flore permocarbonifère, au *Lepidophloios laricinus* notamment, et à des Fougères affines à la fois au *Nevropteridium validum* et à certaines de nos Odontoptéridées permiennes. La région méridionale du Brésil confinait donc, au moment du dépôt des couches où ont été trouvées ces empreintes, aux deux flores dont il est ici question, la flore à Lépidodendrées d'un côté, et la flore à *Glossopteris* de l'autre.

Tout dernièrement enfin, MM. Bodenbender et Kurtz ont observé de même, dans la République Argentine, en divers points de la province de la Rioja, au nord-ouest de celle de San Luis, des associations semblables, à savoir des Lépidodendrées en mélange avec *Glossopteris*, *Nœggerathiopsis* et *Nevropteridium validum*. Il n'est pas sans intérêt d'ajouter que, dans la République Argentine, à la flore à *Glossopteris* ont succédé exactement les mêmes formes végétales qu'en Australie, dans l'Afrique australe ou dans l'Inde, comprenant des espèces extrêmement voisines de celles de notre Trias supérieur ou de notre Rhétien, accompagnées seulement de quelques types particuliers, tels que *Thinnfeldia odontopteroides*, ainsi que l'ont établi notamment les études de M. Szajnocha sur la flore fossile de Cacheuta.

IV

Les mêmes types génériques et spécifiques se sont donc étendus depuis l'Australie et l'Inde jusque dans l'Afrique australe et l'Amérique du Sud, constituant, à partir des derniers temps de la période houillère et jusqu'aux débuts de l'ère secondaire, une flore toute différente de celle qui peuplait aux mêmes moments la plus grande partie de l'hémisphère boréal. On trouve cependant, sur quelques points, des formes propres à l'une et à l'autre réunies dans les mêmes dépôts ; mais comme de tels mélanges ne s'observent que dans les gisements les plus septentrionaux de la flore à *Glossopteris*, leur position même indique qu'ils correspondent à des points de contact entre les deux provinces que ces formes caractérisent, soit qu'elles aient réellement vécu ensemble sur la limite commune, soit encore que, séparées seulement par des bassins peu étendus, leurs débris aient été de part et d'autre entraînés dans ces bassins et s'y soient ainsi mélangés.

Les associations de ce genre reconnues dans la région méridionale du Brésil et dans la région centrale de la République Argentine montrent quelle était, dans l'Amérique du Sud, la position de la limite commune de ces deux provinces botaniques au début de l'époque permienne. Dans la région sud-asiatique, la présence, dans les couches de Damuda, d'un *Sphenophyllum* et de quelques autres types très rapprochés de certaines de nos espèces permiennes fournit une indication semblable, concordant avec celle que l'on peut tirer, à la fin de l'époque triasique, de l'association, dans les dépôts charbonneux du Tonkin, de types de la flore à *Glossopteris* avec des espèces de la flore rhétienne de l'Europe.

Quant à l'Afrique australe, la présence de notre flore stéphanienne dans le bassin du Zambèze donne lieu de penser que, tout au moins au commencement de l'époque permienne, la flore à *Glossopteris* ne devait guère s'étendre, vers le nord, au delà de la région du Transvaal : on aurait, d'ailleurs, d'après un renseignement donné par Goldmann, mais qui demande confirmation, observé dans cette région un *Lepidodendron* et une Sigillaire associés à des types de la flore à *Glossopteris*[1].

Si espacés qu'ils soient, ces quelques jalons permettent de se faire une idée de la position de la limite commune de ces deux grandes provinces botaniques, qui, passant assez loin au nord de l'équateur dans la région sud-asiatique, s'infléchissait sans doute rapidement vers le sud du côté de l'ouest pour atteindre l'Afrique un peu au-dessous du Zambèze, et traversait vraisemblablement l'Amérique du Sud aux environs du 30e parallèle. Il est permis de croire que cette province à *Glossopteris* devait s'étendre jusque vers le pôle austral, mais les terres antarctiques sont d'un accès trop difficile et trop couvertes de glaces pour qu'on ose espérer avoir jamais des renseignements sur la flore fossile de ces régions.

Il n'est peut-être pas inutile, en terminant, de faire remarquer que, quoiqu'on ait dit souvent de son « caractère mésozoïque », la flore à *Glossopteris* n'a, en réalité, pas plus de rapports avec la flore secondaire qu'avec la flore paléozoïque de type normal : si, en effet, les *Phyllotheca* se montrent encore dans l'Oolithe de nos régions, on sait aujourd'hui qu'ils ont leurs racines dans la flore paléozoïque, étant représentés déjà dans les cou-

[1] Depuis que ces lignes ont été écrites, j'ai appris de M. Seward, de Cambridge, qu'il venait de constater, sur des échantillons provenant des environs de Johannesburg, la présence d'une Sigillaire du groupe du *Sig. Brardi*, associée à des *Glossopteris* et à des *Gangamopteris*, d'où il faut conclure que la région du Transvaal marque bien l'un des points de contact des deux provinces.

ches westphaliennes d'Asie Mineure par une espèce qui semble les relier aux *Annularia;* de même les *Nœggerathiopsis* sont, comme je l'ai dit, beaucoup plus voisins des Cordaïtées que des Cycadinées ; quant aux deux genres les plus caractéristiques, *Glossopteris* et *Gangamopteris*, ils n'ont de rapports avec aucune des Fougères à nous connues de l'ère secondaire. La flore à *Glossopteris* ne peut donc être considérée comme une anticipation de la flore secondaire, qui aurait fait son apparition dans ces régions plus tôt que dans les nôtres; les types franchement secondaires n'ont, au contraire, commencé à occuper au milieu d'elle un rang appréciable que lorsqu'elle approchait elle-même de son déclin, vers la fin de l'époque permienne ou durant la période triasique. A la fin de cette dernière période, ses formes essentielles avaient à peu près totalement fait place à des types génériquement identiques pour la plupart et souvent très analogues spécifiquement à ceux qui venaient, dans nos régions, de se substituer aux types de la flore paléozoïque, et quelques formes particulières, telles que le *Thinnfeldia odontopteroïdes*, rappelaient seules, avec de rares survivants de la flore à *Glossopteris*, les différences si tranchées qui avaient existé quelque temps auparavant entre la province australe et la province boréale. Envisagée dans ses grands traits, la végétation de nôtre globe avait de nouveau revêtu partout à peu près le même aspect général, sans être pourtant redevenue aussi parfaitement uniforme qu'elle l'avait été pendant la première partie des temps primaires.

De nouvelles différenciations ont dû sans doute se produire au cours de l'ère secondaire, et d'autres provinces botaniques ont dû se constituer; mais nous n'avons aujourd'hui que des documents beaucoup trop rares et trop incomplets pour pouvoir nous faire une idée de ces nouvelles modifications de la répartition des types végétaux et pour pouvoir en retracer le tableau, même aussi imparfait que celui que je viens d'esquisser pour la fin des temps primaires.

R. Zeiller,
Ingénieur en chef des Mines,
Chargé de cours à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines.

L'ÉTAT ACTUEL

DES THÉORIES DE LA TREMPE DE L'ACIER

La théorie de la trempe a été, en raison de l'intérêt direct qu'elle présente pour l'industrie, l'objet d'un nombre considérable de recherches, qui, depuis une dizaine d'années surtout, se sont multipliées à l'infini. Il est difficile de trouver le temps de se tenir au courant de ces travaux, et, le pourrait-on, qu'il est plus difficile encore de les comprendre. Trop souvent, par suite de rivalités scientifiques, leurs auteurs s'attachent surtout aux faits contestés et arrivent à tirer de résultats expérimentaux concordants les conséquences les plus contradictoires; pour s'y reconnaître, il est indispensable d'avoir pris soi-même une part effective à ces recherches. Ce résumé, qui tâchera d'être impartial, qui en a au moins le désir, ne sera peut-être pas inutile aux personnes qui s'intéressent à ces études sans avoir eu, cependant, l'occasion d'y prendre une part active.

Certains produits ferreux (aciers durs ou *trempants* tels que les aciers à outils), lorsqu'ils sont refroidis très rapidement (*trempés*, *quenched*, *hardened*) à partir d'une température suffisamment élevée (au voisinage de 800° ou plus haut) présentent des propriétés tout à fait différentes de celles qu'ils possèdent lorsqu'ils ont été refroidis très lentement à partir des mêmes températures (*recuits*, *annealed*).

A cet état *trempé*, leur dureté (au sens minéralogique du mot) est considérablement plus grande qu'à l'état recuit; ils raient fortement le verre et un peu le feldspath.

Leur fragilité est très grande: ils se brisent sous le moindre choc; cette fragilité peut être supprimée par un réchauffage entre 200° et 400° (*revenu*, *trempe*). Ils prennent alors une limite élastique et une ténacité considérables, qui sont mises à profit dans la fabrication des outils, des ressorts, des pièces de machines.

Ils ont pour le magnétisme une force coercitive très élevée.

Leur résistance électrique est deux à trois fois plus élevée qu'à l'état recuit.

Leur densité est de 1 à 2 °/₀ plus faible.

Enfin leur pouvoir thermo-électrique est notablement différent.

L'ensemble de ces phénomènes caractérise l'état normal de trempe, ce que l'on appelle parfois la trempe *positive* des aciers. Dans certains cas particuliers le refroidissement rapide peut produire des effets tout différents et même contraires, dans le

cas, par exemple, du ferro-nickel, de l'acier-manganèse : ce sont là des phénomènes spéciaux qui devront être étudiés à part.

L'objet d'une théorie de la trempe est de rattacher ses effets à certains changements dans les facteurs élémentaires simples dont dépendent toutes les propriétés des métaux et alliages.

Ces facteurs élémentaires, au nombre de trois, sont les suivants :

1° *État chimique*, c'est-à-dire nature des corps simples et de leurs combinaisons mutuelles existant dans le métal ;

2° *État physique*, c'est-à-dire forme, dimension et répartition des éléments chimiques juxtaposés.

3° *État mécanique*, c'est-à-dire déformation élastique ou permanente, provoquée dans le métal par des efforts mécaniques ; l'écrouissage en est une des manifestations les plus communes.

I. — État chimique.

L'étude chimique de la trempe comprend, au point de vue historique, trois étapes bien distinctes : la découverte du rôle des changements d'état chimique du *carbone*, celle des phénomènes de récalescence, qui sont une manifestation de ces changements chimiques, enfin la découverte des *carbures*, combinaisons définies du carbone et du fer. Il reste encore à préciser le rôle exact de ces carbures et les relations de leurs changements d'état avec les *transformations allotropiques* du fer libre, découvertes au cours des études sur la récalescence.

§ 1. — Du carbone.

Le carbone est l'élément essentiel des aciers trempants, qui en renferment, en général, de 0,2 à 1,4 °/₀. Ce fait, reconnu par Karsten, Berzelius, Berthier, a été définitivement établi par les expériences de Marguerite et de Caron. Les corps étrangers ajoutés au fer peuvent modifier l'effet du carbone, mais jamais le remplacer. Tous les aciers véritablement trempants sont carburés, et, réciproquement, tout fer convenablement carburé est trempant.

Le carbone est à un état chimique différent dans l'acier trempé et l'acier recuit. Ce fait a été reconnu d'abord par Faraday. Caron ensuite a observé que les aciers trempés sont solubles sans résidus dans l'acide chlorhydrique concentré et chaud, tandis que, dans les mêmes conditions, l'acier recuit laisse un abondant dépôt charbonneux. MM. Osmond et Werth, M. Carnot, ont montré que l'acier trempé, en se dissolvant dans l'acide azotique moyennement concentré (méthode Eggertz), donne une coloration beaucoup moins intense que l'acier recuit. Weyl, Abel, Müller, par des réactifs chimiques appropriés, ont isolé de l'acier recuit des paillettes d'un carbure métallique que ne donne pas l'acier trempé.

Il existe une relation, sinon très précise, tout au moins approchée, entre l'état du carbone et les propriétés mécaniques du métal. Voici un tableau comparatif montrant la corrélation existant entre la ténacité d'un même acier trempé dans des conditions variables, et sa teneur *apparente* en carbone estimée suivant la méthode Eggertz par la coloration de sa solution azotique :

1er acier		2e acier	
Ténacité	C. apparent	Ténacité	C. apparent
—	—	—	—
75 kg.	0,63	54 kg.	0,21
97 —	0,46	64 —	0,17
118 —	0,39	90 —	0,13
		150 —	0.11

Le première série se rapporte à un acier à 0,63 °/₀ de carbone, étudié par M. Charpy, et la seconde à un acier à 0,21 de carbone, étudié par M. Howe.

§ 2. — La Récalescence.

Un jour tout nouveau a été jeté sur la trempe par l'étude des phénomènes qui se produisent quand on chauffe ou que l'on refroidit lentement l'acier. Ces expériences ont fait reconnaître que la trempe est sous la dépendance d'une transformation, d'un changement d'état réversible, que l'échauffement produit dans les aciers, et que le refroidissement, s'il est suffisamment lent, laisse disparaître, sans qu'il reste aucune trace, au moins d'ordre chimique, de son existence passagère. Ce phénomène est en relation directe avec l'état chimique du carbone, mais cette relation n'a pas été immédiatement reconnue ; exposons d'abord les faits.

D'après les observations de Gore et de Barrett, une tige d'acier dur, échauffée progressivement jusqu'au rouge vif, éprouve, à un certain moment, un ralentissement brusque dans sa dilatation, en même temps que dans l'accroissement de son éclat ; sa température cesse momentanément d'augmenter. Au refroidissement, les phénomènes inverses se produisent, mais d'une façon beaucoup plus visible parce qu'ils sont plus brusques. La contraction et la chute de température peuvent même être momentanément renversées, l'éclat du métal augmente d'une façon passagère, d'où le nom de *récalescence* donné à ce phénomène.

Ces deux changements d'état inverse ne se produisent pas exactement à la même température, à l'échauffement et au refroidissement ; ils sont, cependant, rigoureusement réciproques l'un de l'autre. D'après les observations de Brinnel, confirmées par les expériences plus précises de MM. Os-

mond et Howe, on n'obtient jamais la récalescence au refroidissement, si l'on n'a pas préalablement chauffé le métal à la température notablement plus élevée nécessaire pour provoquer le phénomène contraire à l'échauffement.

L'effet immédiat de la trempe est de s'opposer plus ou moins complètement à la production de la récalescence pendant le refroidissement rapide ; le métal garde quelque chose de l'état où il se trouvait aux températures supérieures. M. Osmond l'a démontré en établissant que le revenu des aciers trempés, qui fait disparaître les effets chimiques et mécaniques de la trempe, est accompagné d'un dégagement de chaleur remplaçant celui qui ne s'était pas produit pendant le refroidissement brusque. En même temps l'état chimique du carbone, défini par l'un des procédés indiqués ci-dessus, ne revient pas à ce qu'il est normalement à froid.

Enfin les expériences de M. Charpy ont définitivement établi la corrélation directe entre le phénomène de récalescence et les changements de propriétés mécaniques produits par la trempe. La température minima nécessaire pour l'obtention de la trempe est différente suivant que cette température est atteinte par échauffement ou par refroidissement, puisque, dans ces conditions, les deux transformations inverses ne se produisent pas à la même température. Voici des expériences de M. Howe, qui mettent ce fait en évidence, montrant qu'à une même température l'acier peut être trempé ou non, suivant que cette température a été atteinte à l'échauffement ou au refroidissement.

ANGLE DE RUPTURE A LA FLEXION APRÈS TREMPE A 707°

	ÉCHAUFFEMENT	REFROIDISSEMENT
	—	—
Acier dur : 1,20 de carbone	60°	0°
Acier moins dur.....	50°	1°
Acier doux.....	197°	18°

L'étude de la récalescence a donc une importance capitale au point de vue de la théorie de la trempe ; elle a été faite par M. Osmond au moyen d'expériences d'une précision remarquable, auxquelles les travaux ultérieurs n'ont ajouté que peu de chose. Il a montré que la température de transformation à l'échauffement est d'autant plus basse que la vitesse d'échauffement est plus faible et, dans les mêmes conditions, d'autant plus élevée au refroidissement. De telle sorte que pour des changements de température infiniment lents, les deux transformations inverses se produiraient à une même température, qui peut être fixée aux environs de 710° (dans l'échelle des températures qui place le point de fusion de l'or à 1.045°).

Ces faits présentent la plus grande analogie avec ceux qui accompagnent tous les changements d'état des corps, en particulier les transformations allotropiques, dont on peut donner comme exemple celle du soufre. Ce corps présente deux variétés allotropiques dont toutes les propriétés, forme cristalline, densité, chaleur spécifique, chaleur de combustion, etc., sont différentes. On les distingue d'après leur forme cristalline sous les noms de soufre octaédrique et soufre prismatique. Le premier est normalement stable à froid à toutes les températures inférieures à 95°6 ; le second aux températures supérieures. En chauffant du soufre octaédrique au-dessus de 95°,6, il se transforme avec absorption de chaleur en soufre, prismatique, mais il ne le fait pas instantanément. Sa vitesse de transformation est d'autant plus grande que la température est plus élevée, de telle sorte que la transformation s'effectue à une température d'autant plus élevée que la vitesse d'échauffement est plus grande. Inversement, le soufre prismatique, refroidi au-dessous de 95°,6, se transforme en soufre octaédrique avec une vitesse qui croît d'abord à mesure que la température baisse, passe par un maximum vers la température de 60°, puis décroît rapidement de façon à être très faible vers la température ordinaire et complètement nulle à — 30°. Le soufre prismatique, refroidi assez brusquement, pourra arriver à — 30° sans transformation appréciable et se conservera alors indéfiniment au même état. Dans tous les cas semblables les phénomènes se passent de la même façon, la valeur absolue des vitesses de transformation varie seule d'un cas à l'autre et, par suite, aussi la température au-dessous de laquelle la variété instable peut se conserver indéfiniment. Pour les deux variétés de l'oxyde de plomb, litharge et massicot, les vitesses de transformation sont plus faibles encore que dans le cas du soufre, et le massicot, variété normalement stable à chaud, peut se conserver à la température ordinaire.

C'est là un cas particulier de la loi générale qui régit la vitesse dans tous les phénomènes chimiques. Cette vitesse est d'autant plus grande :

1° Que la température absolue est plus élevée ;

2° Qu'il y a un plus grand écart entre la température actuelle et la température d'équilibre, c'est-à-dire de transformation réversible du système chimique.

Au-dessus du point de transformation, ces deux conditions déterminantes varient dans le même sens et la vitesse croît sans limite ; au-dessous, elles varient en sens inverse et occasionnent ainsi l'existence d'une vitesse maxima.

Cette notion des vitesses variables de transformation rend compte de toutes les particularités de la trempe, d'abord du retard variable à la trans-

formation, suivant la rapidité des changements de température, puis de la conservation à froid d'une façon au moins partielle, par le refroidissement rapide, de l'état du métal normalement stable à chaud, et enfin du revenu par une élévation subséquente de la température. Le point normal de transformation de l'acier est à 710°; au-dessus, la vitesse croît tellement rapidement qu'il n'est guère possible d'élever de plus de 100° par un échauffement très rapide la transformation. Au refroidissement, la vitesse est maxima vers 600°; elle devient très faible au-dessous de 200° et sensiblement nulle à la température ordinaire. Il n'y aura trempe véritable que si l'on traverse très rapidement l'intervalle de température de 700° à 200°. Toutes les formules si variées de trempe n'ont d'autre objet que de faire passer le métal aux diverses températures avec une vitesse appropriée, qui doit varier suivant le degré final de trempe désiré. Il serait utile qu'en tous les points de la masse métallique, pour avoir une trempe uniforme, la loi de variation des températures fût identique; cela est impossible puisque le refroidissement ne peut s'effectuer que par les surfaces extérieures. On arrive à se rapprocher, dans une certaine mesure, de ce but final en faisant varier la nature du milieu de trempe pendant l'opération même : alternance de refroidissements à l'eau et à l'air, à l'eau et à l'huile, et en combinant à la trempe des revenus appropriés. Mais il est impossible de réaliser d'une façon absolue les conditions désirables ; c'est là la raison de la multiplicité inouïe des formules de trempe, dont chacune peut être moins mauvaise dans un cas déterminé. Enfin, au delà d'une certaine dimension, la trempe réelle des grosses pièces devient impossible par quelque procédé que ce soit, parce que la quantité totale de chaleur à enlever croît proportionnellement au cube des dimensions, et celle qui est enlevée dans l'unité des temps au carré de ces mêmes dimensions. La vitesse de refroidissement décroît donc avec ces dimensions et finit par devenir insuffisante pour empêcher la transformation.

Si la vitesse de la transformation de récalescence dépend principalement de la température, elle dépend encore de son état d'avancement lui-même; de telle sorte qu'à chaque température la vitesse de transformation, relativement grande au début, s'atténue progressivement et même finit par s'arrêter complètement, reste limitée, au moins aux températures inférieures à 400°. C'est là un fait mis à profit dans le revenu. Un acier, trempé à l'eau froide et abandonné à lui-même à la température ordinaire, éprouve un recuit spontané, très faible il est vrai, mais qui s'accuse par de légères déformations, et, dans le cas des aimants faits avec des aciers non revenus, par une diminution notable du magnétisme. Mais peu à peu ces changements deviennent de plus en plus lents et semblent, à la longue, s'arrêter complètement. Dans le revenu à 200°, un acier trempé éprouve, pendant les premières minutes, des changements considérables; sa résistance électrique, sa dureté, sa fragilité, diminuent; mais, après quelques heures, il semble, à en juger par les expériences de Barus et Strouhal, arriver à un état indéfiniment stable, et pourtant le revenu est loin d'être complet. Il suffit de chauffer le même acier à une température un peu plus élevée, 300° par exemple, pour voir le revenu s'accentuer et de nouveaux changements se produire, qui tendent eux-mêmes aussi vers une limite déterminée.

La vitesse de transformation dépend encore de la présence de certains corps étrangers ajoutés à l'acier, surtout le chrome, le tungstène, qui ralentissent considérablement cette vitesse; aussi facilitent-ils la trempe et lui permettent-ils de pénétrer plus profondément dans les grosses pièces. Les aciers à aimants à 2 ou 3 % de tungstène présentent, par un échauffement rapide, les transformations de récalescence vers 850°, et, par un refroidissement rapide quoique incapable de produire la trempe, vers 450° — soit, en tout, un écart de 400°. — Les aciers à 7 % de tungstène, par un refroidissement même très lent, ne peuvent être obtenus autrement que trempés. Certains aciers au chrome se trempent par simple refroidissement à l'air.

Arrivé là, il semble que la théorie chimique de la trempe soit bien près d'être complète. Son effet doit être d'empêcher au refroidissement la transformation de récalescence de se produire, de conserver à la température ordinaire l'acier avec les propriétés lui appartenant dans celui de ses états qui est normalement stable à chaud. Il ne resterait plus alors qu'à déterminer la nature exacte des carbures de fer qui existent dans l'acier et la nature de leurs transformations chimiques qui se manifestent dans la récalescence et seraient empêchées par la trempe. Mais, aussitôt que l'on cherche à serrer ainsi le problème de plus près, sa complexité se manifeste et la solution paraît reculer à chaque nouveau pas fait en avant, comme on va le voir en passant en revue les résultats aujourd'hui acquis sur les carbures de fer.

§ 3. — Les Carbures.

L'on ne connaît jusqu'ici qu'un seul carbure de fer défini Fe^3C ou *cémentite*. Ce composé donne lieu avec le fer, *ferrite*, à des mélanges soit hétérogènes, la *perlite*, soit homogènes, la *hardenite* et la *martensite*, qui se distinguent par des propriétés

individuelles assez tranchées pour que l'on établisse des subdivisions correspondantes dans l'étude de la constitution chimique des aciers.

1. *Cémentite* (carbure normal, carbure de la fonte blanche, carbure de cémentation, Fe^3C). — Il est impossible, en fondant du fer en présence du carbone, d'obtenir un carbure défini ; cela se fait, au contraire, facilement avec le manganèse ; c'est ainsi que M. Hautefeuille a préparé le composé Mn^3C. Cependant, le composé correspondant du fer existe ; en chauffant au rouge naissant de l'oxyde de fer très divisé dans l'oxyde de carbone, Margueri te a obtenu une matière pulvérulente répondant à la composition Fe^3C. En traitant, par des réactifs appropriés, les aciers recuits et la fonte blanche, Abel, Muller, Arnold, en ont retiré des paillettes d'aspect métallique et d'une très grande dureté, répondant précisément à la même formule. On

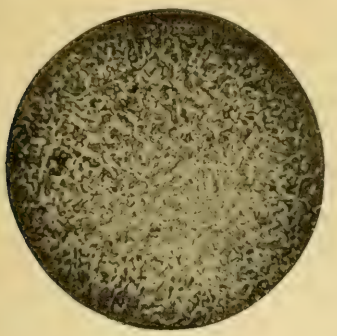


Fig. 1. — *Microphotographie d'un acier doux à 0,45 °/₀ de carbone formé de perlite et de ferrite.*

reconnaît très facilement par la métallographie microscopique, l'existence de ce composé dans les aciers et les fontes blanches : ce sont les parties les plus dures du métal qui restent en relief pendant le polissage. Dans les aciers cémentés, les cristaux de ce corps sont assez gros pour devenir visibles à l'œil nu.

Une des propriétés essentielles de ce composé est sa tendance à se dissocier aux températures élevées en fer et graphite, ce qui empêche de le préparer par fusion directe. Cette propriété, mise à profit dans la fabrication de la fonte malléable, est au contraire une cause de difficultés sérieuses dans le travail des aciers très carburés, comme les aciers à outil. La séparation de graphite, qui peut se produire dans ces aciers par l'action d'un chauffage trop intense et trop prolongé, leur enlève leur qualité même d'acier, qui est liée à l'état de combinaison du carbone, et peut, si elle est poussée trop loin, leur faire perdre jusqu'à la propriété de tremper.

On a supposé, mais sans preuves certaines, qu'il existait deux variétés allotropiques de ce composé. Les faits qui ont conduit à cette hypothèse peuvent s'expliquer par les grandes différences qui existent entre les dimensions des cristaux de ce corps, suivant les conditions dans lesquelles il a pris naissance.

2. *Perlite* (constituant nacré). — Sorby a reconnu qu'en polissant une section d'acier *recuit* et attaquant très faiblement cette surface par l'iode ou l'acide azotique, on discernait dans la structure du métal trois éléments principaux : de la *ferrite*, ou fer sensiblement pur dans les aciers peu carburés ; de la *cémentite* ou gros cristaux dans les aciers très carburés, et, dans tous les cas, un troisième constituant, la *perlite*, qui est caractérisée par un éclat nacré tout spécial.

Les figures 1 et 2 sont la reproduction de photographies microscopiques, l'une, de M. Osmond, montrant un acier doux à 0,45 °/₀ de carbone, formé de perlite et ferrite, l'autre, de M. Sauveur, montrant une fonte aciéreuse à 2,50 °/₀, formée de perlite et cémentite.

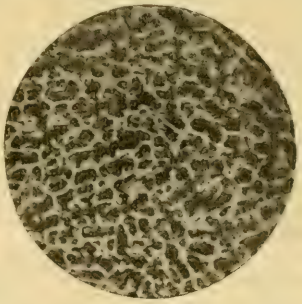


Fig. 2. — *Microphotographie d'une fonte aciéreuse à 2,5 °/₀ de carbone, formée de perlite et de cémentite.*

Examinée au microscope avec un fort grossissement, 500 diamètres environ, la perlite se résout en un assemblage de fines lamelles inégalement dures et inégalement attaquables aux réactifs chimiques. Leur relief inégal donne lieu aux jeux de lumière bien connus des corps finement striés comme la nacre. Les lamelles dures sont constituées par de la cémentite ; ce sont elles qui ont été isolées et analysées par Abel, Muller, etc. ; les lamelles plus tendres semblent constituées par du fer pur ou ferrite. Sorby a remarqué que la proportion totale de perlite variait d'un acier à l'autre, suivant sa teneur en carbone, mais que la proportion relative des lamelles dures et tendres qui la composait semblait rester invariable. Elle semblait donc provenir de la dissociation d'un composé défini stable à chaud, qui se dédoublait

au refroidissement pendant la période de récalescence.

M. Arnold, continuant à avancer dans la même voie, a démontré l'invariabilité de composition de la perlite, au moins dans les aciers au carbone pur; elle renferme 0,9 °/₀ de carbone, ce qui correspond en équivalents à la composition :

$$Fe^{24} + C.$$

Les aciers à 0,9 °/₀ de carbone sont exclusivement formés de perlite sans adjonction de ferrite, ni de cémentite. Aux teneurs inférieures en carbone, on observe en plus de la ferrite, mais pas de cémentite, et aux teneurs supérieures de la cémentite sans ferrite, de telle sorte que la proportion de perlite contenue dans l'acier est toujours la plus élevée qui puisse résulter des proportions de fer et de carbone en présence. Cette composition de la perlite se modifie un peu quand les aciers renferment des corps étrangers, tels que le silicium, le manganèse. D'après M. Sauveur, la perlite des aciers industriels, c'est-à-dire de métaux bien moins purs que ceux étudiés par M. Arnold, renfermerait en moyenne 0,8 °/₀ de carbone. A cela près, ses expériences ont vérifié sur ce point les conclusions de M. Arnold. Le tableau suivant montre la proportion de perlite observée par M. Sauveur dans différents aciers, mis en regard de la même proportion calculée d'après la teneur en carbone :

CARBONE	PERLITE observée	PERLITE calculée
0,09	10	11
0,21	23	26
0,35	50	44
0,80	100	100

3. *Hardenite* (carbure de trempe, sous-carbure, Mother of pearly, $Fe^{24}C$). — L'acier trempé, examiné au microscope sur des surfaces préalablement polies et attaquées, ne laisse plus du tout voir de perlite, mais seulement une matière homogène dont les réactifs les plus faibles isolent immédiatement du carbone ; M. Howe a appelé cette matière *hardenite*. Si la trempe est faite juste au-dessus du point de récalescence, la proportion de hardenite est exactement égale à celle de perlite qu'aurait donnée le refroidissement lent. Les nombres suivants empruntés à M. Sauveur en donnent la démonstration :

CARBONE	PERLITE	HARDENITE
0,09	10	11
0,21	23	31
0,35	50	56
0,80	100	100
1,20	92	94
2,50	77	80

La hardenite a donc la même composition fixe que la perlite, elle est homogène. Il serait bien tentant d'en faire, avec M. Arnold, une combinaison définie $Fe^{24}C$ dont le dédoublement sur place en cémentite

$$Fe^{24}C = 21\,Fe + Fe^{3}C$$

et ferrite donnerait la perlite ; mais cette hypothèse est contredite par les faits suivants :

M. Osmond, antérieurement aux expériences de M. Arnold, et, plus récemment, M. Sauveur ont montré que, si l'on trempait l'acier à des températures de plus en plus élevées au-dessus du point de récalescence, la ferrite ou la cémentite libre allait progressivement en diminuant et finissait même par disparaître totalement à une température suffisamment élevée; le carbure de trempe n'a donc pas une composition déterminée : il se comporte comme une dissolution qui se saturerait de quantités croissantes de ses constituants au fur et à mesure que la température s'élève. Aussi M. Osmond considère-t-il le carbure de trempe comme une dissolution de composition essentiellement variable, à laquelle il a donné le nom de *martensite*.

Les figures 3, 4 et 5, dus à M. Sauveur, montrent comment la proportion relative de la ferrite et de la martensite varie, avec la température de trempe, dans un acier à 0,09 de carbone.

Malgré la contradiction absolue des points de vue de M. Osmond et de M. Arnold, les faits qu'ils ont observés, loin d'être contradictoires, se complètent l'un l'autre. On sait en effet que, parmi les mélanges, les dissolutions mutuelles de deux corps, il en existe un, le mélange *eutectique* (cryohydrate des solutions aqueuses), qui a une composition parfaitement déterminée et que l'on a pour ce motif pris longtemps pour une combinaison définie. Le mélange eutectique est celui qui est à la fois saturé de ses deux constituants; par refroidissement il les laisse cristalliser ensemble ; sa composition reste invariable et par suite aussi son point de solidification. Quand on part d'une dissolution de composition quelconque, elle laisse d'abord par refroidissement déposer celui de ses constituants qui est en excès, elle s'enrichit alors de l'autre constituant, qui finit à son tour par atteindre son point de saturation. A ce moment la composition de la dissolution restante est celle du mélange eutectique, dont le point fixe de cristallisation est aussi le plus bas possible.

Les mélanges eutectiques après leur solidification ont, en général, une texture spéciale résultant de la finesse extrême des cristaux des deux corps juxtaposés, et ils ne peuvent être discernés que sous les plus forts grossissements du microscope.

M. Charpy, dans des expériences récentes et

non encore publiées, a reconnu que la plupart de ces alliages eutectiques sont constitués par la juxtaposition des lamelles extrêmement fines de chacun des constituants, dont l'ensemble présente exactement l'apparence de la perlite.

Or, c'est exactement la même chose qui se passe dans l'acier : la martensite est une solution solide de ferrite (fer pur) et de cémentite Fe^3C, qui, par refroidissement, arrive toujours à la même composition limite, celle de la hardenite, qui est le mélange eutectique de la martensite. Sa composition élémentaire est indépendante des proportions relatives de fer et de carbone ; sa proportion relative vis-à-vis de la ferrite ou de la cémentite change seule. Mais, si le fer renferme des éléments étrangers comme le silicium et le manganèse, sa composition pourra alors se modifier, comme cela se passe dans les dissolutions ordinaires par l'addition de corps étrangers. La cristallisation de la hardenite donne la perlite, formée de la juxtaposition des cristaux très fins de ses deux constituants ferrite et cémentite ; cette cristallisation, comme dans le cas des dissolutions liquides, est accompagnée d'un grand dégagement de chaleur qui donne lieu au phénomène de récalescence.

Fig. 3, 4, 5. — *Microphotographies d'un acier à 0,09 % de carbone, montrant comment varient les proportions relatives de ferrite et de martensite avec la température de la trempe.* — La ferrite est représentée en blanc, la martensite en ponctué.

La seule difficulté de cette théorie des aciers, et elle n'est qu'apparente, est que nous ne sommes pas habitués à envisager les solutions sous la forme solide ; leur existence n'en est pas moins réelle et elle est compatible aussi bien avec l'état amorphe qu'avec l'état cristallisé. Les verres, les mélanges isomorphes dans lesquelles les proportions des constituants peuvent varier d'une façon continue sont de véritables solutions solides ; seulement on n'observe pas en général les phénomènes de saturation, parce que l'absence ou tout au moins la lenteur des phénomènes de diffusion ne rend pas possible l'établissement d'un régime d'équilibre définitif. Cette tendance vers l'équilibre de saturation se manifeste cependant dans la dévitrification des verres. Dans le fer, au contraire, la diffusion du carbone se fait, comme le montre la cémentation, avec autant de facilité que celle des sels dans l'eau, et l'équilibre de saturation pourra s'établir toutes les fois que les changements de température ne seront pas extraordinairement rapides.

Arrivé là, il semble encore une fois que la théorie de la trempe est faite ; le refroidissement brusque va empêcher le dédoublement de la martensite ou de son mélange eutectique, la hardenite, et la conserver à froid sous l'état normalement stable à chaud.

Cette théorie simple est exacte pour certains produits exceptionnels comme le ferronickel à à 25 % de Ni et l'acier manganèse à 13 % de Mn, qui n'ont d'ailleurs aucune des propriétés des aciers proprement dits; mais elle serait tout à fait inexacte pour ces derniers. Le ferronickel et l'acier-manganèse présentent cette particularité de posséder à la température ordinaire les mêmes propriétés qu'ils possèdent et que tous les aciers possèdent avec eux aux températures supérieures à celle de la récalescence, c'est-à-dire une absence presque complète de propriétés magnétiques, une très grande résistance électrique et une grande malléabilité. Au contraire, les aciers trempés ordinaires sont magnétiques, ne sont pas malléables et présentent une résistance électrique supérieure, il est vrai, à celle des mêmes aciers recuits, mais bien inférieure aux résistances énormes qu'ils présentent à chaud. Enfin, ils sont le siège de tensions internes considérables, dont l'existence se manifeste par les déformations des pièces trempées et par leurs ruptures spontanées ayant parfois la violence de véritables explosions. Ils n'ont donc pas conservé toutes les propriétés essentielles qu'ils possédaient à chaud.

Tout ce que l'on peut dire dans l'état actuel sur les phénomènes chimiques en jeu dans la trempe est que celle-ci empêche un certain nombre d'entre eux de se produire, comme le prouve l'état spécial du carbone dans les aciers trempés et le dégagement de chaleur pendant le revenu, mais qu'elle laisse certains autres se produire, comme le prouvent la réapparition des propriétés magnétiques et la diminution de la résistance électrique.

Mais un fait capital, découvert par M. Osmond au cours de ses expériences sur la récalescence, celui de l'existence de plusieurs transformations allotropiques du fer, permettra sans doute d'élucider les derniers points aujourd'hui encore obscurs dans la théorie de la trempe.

§ 4. — **Transformations allotropiques du fer.**

La complication, déjà très grande, du phénomène de trempe, quand on n'envisage que le rôle des carbures de fer, est exagérée encore par l'existence de plusieurs changements allotropiques du fer, dont les deux plus importantes ont été découvertes par M. Osmond et la troisième plus récemment par MM. Hall et Curie. Les deux premiers se produisant entre 700 et 900°, c'est-à-dire aux températures usuelles de trempe, peuvent intervenir dans cette opération.

Ces trois transformations allotropiques sont caractérisées par des absorptions de chaleur latente à l'échauffement (Osmond), par des variations de conductibilité électrique (Henry Le Chatelier), des changements de propriétés magnétiques (Curie), et des variations de volume. Elles se produisent respectivement aux températures de :

740° 850° 1280°

Celle de 740° est principalement caractérisée par une disparition à peu près complète des propriétés magnétiques du fer; elle donne lieu à une faible absorption de chaleur latente; elle est remarquable par sa fixité; sa température de production varie peu avec la vitesse des changements de température et elle est sensiblement la même à l'échauffement et au refroidissement.

Celle de 850 est principalement caractérisée par un brusque changement dans la loi de variation de la résistance électrique, qui, après avoir décuplé depuis la température ordinaire, ne croît plus que d'une façon insensible au-dessus de cette température. Cette transformation, comme celle de récalescence, se déplace inégalement suivant la vitesse des variations de température.

Dans la méthode par échauffement, employée par M. Osmond, l'importance du ralentissement dans les variations de température décroît à mesure que la teneur en carbone de l'acier augmente. Le ralentissement de 740 disparaît complètement pour les teneurs en carbone supérieures à 0,4 et celle de 850 pour les teneurs supérieures à 0,15. Or, en se reportant aux résultats de l'étude micrographique des aciers trempés à diverses températures, on reconnaît que ces proportions sont précisément celles pour lesquelles la martensite a absorbé la totalité de la ferrite aux deux températures de 740 et de 850. Les ralentissements observés par M. Osmond se rapportent donc exclusivement aux changements éprouvés par la ferrite à l'état libre.

Par contre, mes expériences sur les résistances électriques accusent encore le changement de 850° même dans les aciers très carburés. Seulement, la température des transformations semble s'abaisser un peu et se rapprocher de 800°. Si ces expériences ne sont pas erronées [1], il faudrait en conclure que le fer dans la martensite éprouve un changement allotropique semblable à celui qu'il éprouve à l'état libre; la température seule en serait modifiée. Cela serait conforme à toutes les analogies; les changements dans l'état de l'eau, qui se manifestent par l'existence de son maximum de densité, se retrouvent encore dans les solutions aqueuses; mais la température de ce maximum de densité est déplacée. Ce changement de la martensite pourrait échapper à l'observation dans la méthode par refroidissement de M. Osmond, s'il ne se produit qu'avec une certaine lenteur; il ne donnerait alors aucun temps d'arrêt appréciable. De nouvelles expériences sont nécessaires pour résoudre ces contradictions apparentes.

Si l'on veut admettre provisoirement l'hypothèse que la martensite peut présenter les deux transformations allotropiques correspondant à celles du fer, mais à des températures plus basses et inférieures à celle de recalescence pour la transformation de 740°, on sera conduit à supposer, avec M. Howe, que, dans l'acier trempé, la martensite, c'est-à-dire la dissolution de ferrite et de cémentite, subsiste inaltérée en tant que dissolution, mais sous l'état correspondant à la variété du fer stable au-dessous de 740°, c'est-à-dire la variété magnétique. La trempe empêche le dédoublement de la dissolution au point de récalescence, mais elle permet dans cette dissolution le retour du fer à son état normalement stable à froid. Le changement partiel, se produisant dans un métal complètement solide, amène les tensions qui ont été signalées. Dans le ferro-nickel et l'acier manganèse, il n'y a ni dédoublement de la martensite, ni retour du fer et du nickel à leur état magnétique. Mais cette dernière partie de la théorie de la trempe est appuyée sur des bases expérimentales trop frêles pour être encore envisagée autrement que comme une hypothèse séduisante qui mériterait d'être soumise à un contrôle expérimental sévère.

II. — État physique.

Il est bien certain cependant que les faits d'ordre chimique ne commandent pas, à eux seuls, le phénomène de la trempe. Des aciers trempés de même composition et à un même état chimique ont souvent des propriétés très différentes. Si, comme on l'a vu plus haut, il existe une relation dominante entre l'état chimique du carbone et la ténacité d'un acier, il n'en est pas moins vrai qu'à un

[1] La seule cause d'erreur à redouter serait une séparation de graphite pendant les chauffages assez prolongés qu'ont nécessités ces expériences, chauffages qui ont été faits dans l'hydrogène sec. Mais on n'a observé aucun indice d'altération de ces aciers.

même état du carbone, obtenu par des combinaisons variées de trempe et de recuit, pourront correspondre des ténacités notablement différentes. Voici, par exemple, quelques nombres empruntés aux expériences de M. Charpy sur un acier à 0,6 de carbone :

TEMPÉRATURE DE TREMPE	TÉNACITÉ	TENEUR APPARENTE EN CARBONE
—	—	—
800	96.7	0.46
770	108	0.45
920	108.9	0.39
780	114.3	0.39

Des différences plus grandes encore s'observent quand on compare le propriétés des aciers moulés bruts de coulée et des mêmes aciers trempés, puis recuits de façon à ramener finalement le carbone au même état chimique. Les causes de ces effets de la trempe doivent être cherchées dans des variations de la structure physique, c'est-à-dire dans des changements des formes et dimensions des éléments constitutifs du métal.

M. Osmond a montré que, dans le fer et l'acier, — il en est de même dans les autres métaux et alliages, — les cristaux n'ont à peu près jamais les formes simples que nous sommes habitués à voir aux sels qui se déposent des solutions aqueuses. Ce ne sont pas des polyèdres convexes homogènes terminés par des faces planes régulièrement inclinés les unes sur les autres ; ils ont l'aspect de feuilles de fougère, de plumes barbelées, de dendrites, ce que l'on appelle, en pétrographie, des cristallites, dont les cristaux étoilés de neige sont un exemple bien connu. Pendant la solidification des métaux fondus, au fur et à mesure que la cristallisation avance, les branches de ces cristaux épaississent, laissant finalement entre elles un espace vide plus ou moins important, dans lequel se solidifieront en dernier lieu, sans contours apparents propres, les éléments les plus fusibles. L'ensemble de chaque cristal dendritique avec son remplissage constitue ce que M. Osmond a appelé une *cellule*. Par le pétrissage mécanique résultant du forgeage et du laminage, ces cellules sont brisées, désagrégées ; mais elles peuvent, dans certaines conditions de température, se reconstituer sans que le métal prenne à nouveau l'état fondu.

La trempe joue un rôle important dans ces changements de structure, en modifiant à la fois la forme extérieure, les dimensions des cellules et leur constitution interne. Elle intervient soit par la *température initiale de chauffage* avant le refroidissement rapide, soit par les conditions dans lesquelles se fait le *passage par le point de* récalescence. Mais le mode d'action de ces deux conditions est en quelque sorte indépendant de la trempe proprement dite, dont le rôle principal est seulement d'entraîner nécessairement l'existence corrélative de ces conditions, puisqu'il ne peut y avoir de trempe sans élévation préalable de la température, et sans passage par le point de récalescence. Les phénomènes qui vont être passés en revue se produisent pour la plupart également quand l'une ou l'autre de ces conditions est réalisée sans être accompagnée d'une trempe proprement dite.

§ 1. — Température initiale de chauffage.

Le chauffage du fer aux températures supérieures à 800° lui communique une malléabilité suffisante pour permettre une recristallisation qui sera d'autant plus complète et plus rapide que la température sera plus élevée. Brinnell et Tchernoff, qui ont étudié ce phénomène, sont arrivés à des conclusions différentes.

D'après Brinnell, la valeur absolue de la température à laquelle le métal a été porté influerait seule ; d'après Tchernoff, au contraire, on ne devrait considérer que la vitesse du refroidissement à partir de cette température élevée. En fait, ces deux conditions ont chacune leur influence propre sur la structure.

L'action d'une température élevée, quoique encore notablement inférieure au point de fusion, agit sur tous les métaux, comme l'a montré M. André Le Chatelier, pour les rendre cassants, augmenter le grain de la cassure et leur faire perdre tout allongement de rupture, en un mot pour les brûler. La température capable de produire cet effet dans son intégralité varie avec la nature du métal : elle est de 150° à 200° pour le zinc, voisine de 900° pour le cuivre ; elle s'abaisse quand le métal renferme des impuretés fusibles et dans d'autres circonstances mal déterminées. Une atmosphère d'hydrogène est un des agents les plus actifs de cette transformation. Dans ces cas le cuivre se brûle dès 600° et l'argent au-dessous de 500°. Le fer se comporte de la même façon, il se brûle rapidement au-dessus de 1.000°, l'acier plus fusible à partir de 900°. Le phosphore facilite beaucoup le phénomène, il l'accélère et abaisse la température à laquelle il se produit. Les études microphotographiques de Sorby et de M. Osmond ont précisé la structure correspondant à ce mode spécial des cristallisations ; les joints qui séparent les cellules entre elles s'accentuent beaucoup. Voici (fig. 6) un dessin d'une photographie de M. Osmond.

D'autre part, la rapidité du refroidissement depuis la température maxima de chauffage jusqu'au point de récalescence a une action non moins marquée, quoique toute différente, sur les dimensions des cellules de l'acier. Elle a été mise en évidence par les expériences rapportées plus haut de MM. Osmond et Sauveur, qui ont établi les

variations progressives avec la température des dimensions des cellules de martensite. Celles-ci s'élargissent en absorbant la ferrite ou la cémentite en excès ; et le refroidissement rapide jusqu'au dessous de la récalescence fixe cette structure, qui disparaît au contraire par le refroidissement lent en raison de la séparation inverse des constituants de la martensite. Par conséquent, à état

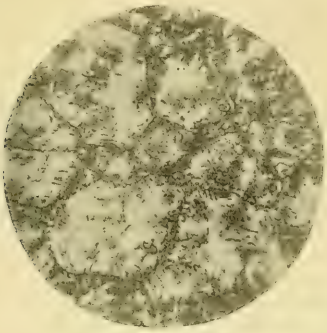


Fig. 6. — *Microphotographie montrant la structure spéciale d'un acier brûlé.*

chimique égal du carbone, la structure du métal variera suivant la température à laquelle aura commencé le refroidissement rapide se terminant par la trempe. Tous les aciers trempés à une température suffisamment élevée sont homogènes, on n'y voit plus ni cémentite, ni ferrite. Tandis que dans la trempe immédiatement au-dessus du point de récalescence, cette homogénéité n'existe que pour l'acier type à 0,8 ou 0,9 de carbone. C'est à ces différences de structure que se rattachent les effets contraires de la trempe à température élevée sur les aciers doux et durs. La disparition de la ferrite élève la dureté des premiers, la disparition de la cémentite abaisse la dureté des seconds. Ces modifications de structure sont conservées après le revenu ; l'état chimique du carbone a changé, mais les surfaces des cellules de perlite restent identiques à celles des surfaces de martensite dont elles dérivent.

§ 2. — **Passage par le point de récalescence.**

Pendant son passage au point de récalescence l'acier reprend une malléabilité passagère, qui permet au métal de prendre de nouvelles orientations cristallines. Cette malléabilité se reconnaît aisément par l'expérience suivante : une barre d'acier chauffée au rouge vif est fixée horizontalement par une de ses extrémités. Elle ne fléchit pas tant que la température est suffisamment élevée ; mais quand, par suite du refroidissement, elle passe par son point de récalescence, on la voit s'infléchir sous la seule action de son poids à un moment où elle n'est plus qu'à peine rouge.

On peut citer comme exemple des cristallisations se rapportant à de semblables changements d'états celle du laiton, découverte par M. Charpy. Le métal, laminé à froid pour détruire toute apparence de la cristallisation de fusion, reprend une très belle cristallisation par recuit vers 700°, c'est-à-dire au voisinage d'une température où ce métal semble éprouver, dans les expériences d'échauffement, une brusque absorption de chaleur latente, indice caractéristique des changements d'état.

Dans l'acier un phénomène de cristallisation se produit également à la transformation de récalescence ; mais sa nature est plus complexe, elle est double, elle est différente à l'*échauffement* de ce qu'elle est au *refroidissement*.

A l'*échauffement*, quand l'acier passe par le point de récalescence, la structure générale, les formes et les dimensions des cellules se modifient complètement, il ne reste rien de la structure antérieure. Si le métal a été forgé préalablement de façon à détruire toute trace de la cristallisation de fusion, il réapparaît, par réchauffage au-dessus de la récalescence, une cristallisation, une structure cellulaire absolument complète. Le même effet se produit encore sur le métal fondu, qui finit par perdre sa structure première par des réchauffages et des refroidissements alternés de part et d'autre du point de récalescence. Les grands cristaux dendritiques, qui ont pris naissance au moment de la solidification, sont remplacés par des cellules également dendritiques, mais de dimensions beaucoup moindres. Cette influence des passages en montant par le point de récalescence, a été surtout étudiée par Brinnell.

Au *refroidissement*, par contre, la forme extérieure des cellules et leurs dimensions n'offrent aucun changement par le passage au point de récalescence, leur structure intérieure seule se modifie, soit que le refroidissement ait été assez lent pour ne pas produire de trempe, soit que la trempe ait été suivie d'un revenu. Dans ces deux cas la martensite est remplacée par la perlite, c'est-à-dire que la structure homogène de la cellule se transforme en une structure feuilletée dû à l'accolement des lamelles de ferrite et cémentite qui constituent la perlite. Mais les dimensions des éléments de la perlite varient considérablement suivant la température à laquelle elle a pris naissance. Sa structure est très fine si elle s'est développée par le revenu d'un acier trempé et elle communique alors à la cassure du métal un aspect soyeux ; elle est beaucoup plus grossière si elle s'est produite au voisinage du point de récalescence par un refroidissement lent. La cassure

du métal a alors un grain relativement gros, parce que l'arrachement se fait le long de lamelles assez développées pour traverser toute l'épaisseur d'une cellule.

En somme, le traitement calorifique inséparable de la trempe contribue à modifier la structure physique de l'acier tant dans la forme et la dimension de ses cellules que dans leur constitution interne. Le passage, en montant par le point de récalescence, provoque le développement d'une cristallisation cellulaire nouvelle qui fait disparaître toute structure antérieure, aussi bien la structure confuse de l'acier forgé que la structure cristalline de l'acier fondu, et, à mesure que la température s'élève, les dimensions de ces cellules s'accroissent tant par suite de l'absorption de la ferrite par la martensite, dont chaque cellule se gonfle aux dépens de ses voisines, que par une cristallisation spéciale qui se produit dans tous les métaux chauffés à ramollissement et qui tend vers l'état dit *brûlé*. Le premier de ces accroissements disparaît par le refroidissement lent et ne peut être fixé que par un refroidissement brusque qui ne laisse pas aux cellules de martensite le temps de rétrograder jusqu'à la hardenite; le second de ces accroissements est, au contraire, définitivement acquis. Il ne peut disparaître que par un traitement ultérieur spécial du métal, tel que la fusion, le forgeage, ou des passages répétés par le point de récalescence.

Ces différents changements de la structure cellulaire jouent un grand rôle dans les opérations métallurgiques. Pour enlever aux aciers moulés par fusion leur fragilité naturelle, on les fait passer un certain nombre de fois par le point de récalescence, soit par des recuits, soit par des trempes successives. On arrive ainsi à élever l'allongement de rupture primitivement inférieur à 5 °/₀ jusqu'à 20 °/₀ et au delà. D'autre part, en trempant et faisant revenir un acier moyennement carburé, on obtient un métal plus homogène, se laissant mieux travailler à froid que le même métal refroidi lentement. Ce dernier a une structure hétérogène, il est formé par la juxtaposition de cellules de perlite et de ferrite de dureté inégale. Le premier, au contraire, est constitué exclusivement par une perlite aussi homogène que la martensite dont elle dérive, d'une dureté intermédiaire entre celle de la perlite dérivant de la hardenite et celle de la ferrite.

Les trempes dites négatives, c'est-à-dire les trempes dans des bains chauds comme le plomb fondu, ou même dans l'huile froide pour les pièces un peu grosses, ne constituent pas une trempe véritable : elles sont équivalentes à une trempe suivie d'un revenu immédiat et ont pour effet principal de réaliser l'homogénéité du métal.

Par contre, la cristallisation spéciale résultant d'un chauffage trop élevé est toujours nuisible ; elle augmente la fragilité finale du métal, qu'il soit trempé ou refroidi lentement. Il faut donc, dans la trempe, éviter de chauffer le métal à une température et pendant un temps supérieurs à ce qui est strictement nécessaire. Il en est de même dans toute opération qui exige le chauffage du métal. Ainsi dans le forgeage et le laminage la cristallisation détruite par le pétrissage mécanique se reforme spontanément si l'opération est terminée à une température trop élevée et que le refroidissement ne soit pas assez rapide. Il est difficile de terminer le travail à basse température vers 600 à 700° comme cela serait désirable, parce que la dureté trop grande du métal exigerait une dépense exagérée de force motrice; mais on peut ramener rapidement les pièces à la température voulue en les arrosant d'eau, en quantité pas trop forte cependant, si l'on ne veut produire qu'une espèce de trempe négative et fixer seulement la structure produite par le forgeage ou le laminage en laissant la récalescence se produire.

Si la principale action du traitement calorifique se fait sentir sur les dimensions extérieures de la cellule, on ne doit pas oublier qu'il peut, comme on l'a vu, agir en même temps sur la constitution interne de la cellule par les conditions dans lesquelles la transformation de récalescence s'est faite au refroidissement. L'effet des trempes négatives sur l'allongement de rupture du métal dû certainement en partie, comme il vient d'être dit, à l'homogénéité plus grande du métal, doit également être rattachée à la finesse plus grande du grain de la cassure, résultant de la ténuité plus grande des éléments de la perlite qui s'est développée plus rapidement et à plus basse température dans un métal moins malléable.

§ 3. — Double trempe.

Pour être complet, il resterait à parler de l'influence de la double trempe sur la structure du métal. Cette opération consiste à tremper une première fois le métal, le recuire à 600° au-dessous du point de récalescence et le tremper alors de nouveau. Son effet est de diminuer considérablement la fragilité du métal en supprimant le palier d'allongement qui se manifeste habituellement dans les métaux recuits. Ce traitement de l'acier, recommandé pour la première fois par M. Walrand et employé depuis pour diverses pièces dans le service de l'artillerie, a été l'objet d'une étude complète de M. André Le Chatelier, à la suite de laquelle il a été utilisé systématiquement dans la marine pour les pièces de machine.

Il est certain que cette trempe spéciale ne met

en jeu aucun facteur d'ordre chimique, le métal est dans le même état qu'à l'état recuit; il semble donc probable qu'il n'y a là en jeu que des questions de structure. Quelques microphotographies publiées par M. A. Martens semblent le confirmer, mais aucune étude systématique n'a encore été faite de cette question, on ne peut donc que signaler cette lacune.

III. — État mécanique

Les propriétés de tout métal se modifient d'une façon passagère ou permanente quand il est soumis à des efforts mécaniques capables de lui imprimer des déformations élastiques ou permanentes. Les aciers trempés sont le siège de tensions internes énormes ; il est donc nécessaire de se préoccuper de l'influence possible de ces efforts sur les propriétés du métal.

L'origine de ces tensions provient à peu près certainement des variations du volume qui accompagnent le retour du fer de sa variété non magnétique à sa variété magnétique, car le ferronickel et l'acier-manganèse qui gardent l'état non magnétique ne sont pas soumis à de semblables tensions internes.

Les métaux qui ont éprouvé des déformations permanentes, qui sont ce que l'on appelle *écroués*, ont des propriétés qui les rapprochent par bien des côtés de l'acier trempé. Leur limite élastique est considérablement élevée, leur malléabilité très faible et le recuit fait disparaître ces particularités comme le revenu pour l'acier. Ces analogies ont été depuis longtemps signalées par Tresca.

M. Osmond, en comparant l'acier écroui et recuit, a observé que l'écrouissage ne change pas, comme la trempe, l'état chimique du carbone, mais que néanmoins il augmente, comme la trempe, la chaleur de dissolution du métal dans les acides. Il avait été ainsi conduit à supposer que les effets de la trempe et de l'écrouissage sont dus, pour une part, à l'existence d'une même variété allotropique du fer qui prendrait également naissance dans ces deux opérations distinctes. Mais cette hypothèse, qui n'a été appuyée d'aucune preuve directe, semble aujourd'hui abandonnée.

M. André Le Chatelier, par contre, prenant l'écrouissage comme une propriété commune à tous les métaux, caractérisée dans tous les cas par un accroissement de dureté, mais indépendante de toute transformation allotropique proprement dite, propose d'expliquer en partie l'élévation de la limite élastique qui se développe par la trempe dans les aciers doux, et qui semble tout à fait disproportionnée avec la quantité de carbures de fer pouvant exister dans ces métaux, par l'écrouissage qu'éprouve nécessairement le fer libre quand, au refroidissement, il éprouve sa transformation allotropique avec changement de volume dans un métal solide, maintenu de forme invariable tant par le refroidissement complet de la surface extérieure, que par l'existence d'un réseau intérieur de carbure qui tend à rester indéformable.

En fait, rien n'est encore sur ce point établi d'une façon certaine en dehors de l'existence indéniable d'une influence directe des tensions internes de l'acier trempé sur ses propriétés, influence qui vient se superposer à celles des changements d'état chimique et de structure physique.

En résumé, l'acier trempé est un mélange homogène, une dissolution solide d'un carbure de fer Fe^3C et de la variété magnétique du fer. Cette dissolution est, comme les verres, à l'état de sursaturation, de surfusion, et peut se dédoubler comme eux par une élévation convenable de température en ses deux éléments constituants. Mais, contrairement aux verres, l'acier trempé n'est pas amorphe: par sa structure, il se rapproche plutôt des mélanges cristallins isomorphes.

Les dimensions et formes des éléments cristallisés, des cellules, qui ont une grande influence sur les propriétés de l'acier, dépendent principalement des conditions antérieures de travail que le métal a traversées pour arriver à son état actuel.

H. Le Chatelier,
Ingénieur en chef des Mines,
Professeur de Chimie à l'Ecole supérieure des Mines.

LE TROISIÈME CONGRÈS INTERNATIONAL DE PSYCHOLOGIE

Le troisième *Congrès international de Psychologie* s'est réuni à Munich, du 4 au 7 août 1896, sous la présidence du Professeur Stumpf (de Berlin) et du Professeur Lipps (de Munich).

A la séance d'ouverture, qui a eu lieu dans la grande salle de l'Université Royale, le chevalier de Landmann, Ministre de l'Instruction publique et des Cultes, au nom du Gouvernement Bavarois, M. le bourgmestre Brunner, au nom de la ville de Munich, M. le recteur Baur, au nom l'Université, ont souhaité la bienvenue aux membres du Congrès. Ceux-ci étaient fort nombreux : 503 inscrits, ce qui dépasse de beaucoup le chiffre de 300 membres atteint par le précédent Congrès

réuni à Londres en 1892[1], et, à plus forte raison, le chiffre de 210 du Congrès de Paris en 1889.

Parmi ces membres du Congrès se trouvent en grand nombre des professeurs allemands; viennent en seconde ligne des médecins, beaucoup s'étant, comme on sait, rattachés depuis quelques années aux études psychologiques; mais il faut noter, en plus, la présence d'un certain nombre de jurisconsultes que l'on ne remarquait pas également dans les Congrès précédents. Il est probable que leur nombre ira en s'accroissant, car on comprendra de plus en plus l'importance des études psychologiques dans la jurisprudence criminelle.

Au point de vue de la nationalité, les Allemands viennent, bien entendu, tout à fait au premier rang; cela est tout naturel : un congrès prend toujours un peu un caractère national, suivant le pays où il siège. Viennent ensuite un grand nombre de psychologues, Autrichiens, Russes, Italiens, Suédois, un assez petit nombre d'Anglais et d'Américains, et, je regrette de le dire, un nombre restreint de Français. Une trentaine de Français se sont fait inscrire comme membres du Congrès, mais une dizaine seulement sont venus à Munich et ont pris part aux séances. Je crois que le caractère du Congrès n'a pas été bien compris en France par les professeurs de philosophie.

Le premier Congrès, en effet, — celui qui siégeait à Paris — s'intitulait *Congrès de Psychologie physiologique*, et ce terme, d'un sens un peu restreint, semblait s'adresser davantage aux médecins qu'aux philosophes. Le deuxième Congrès, qui fut tenu à Londres, prit le nom de *Congrès de Psychologie expérimentale* ; ce terme, déjà beaucoup plus vaste, indiquait fort nettement que l'on n'avait pas des préoccupations exclusivement physiologiques, mais que l'on accueillait toute communication fondée sur l'observation des faits. On ne semblait exclure que les discussions proprement dites. Cette épithète « expérimentale » ajoutée au mot « Psychologie » avait cependant ses inconvénients : elle laissait entendre qu'il y avait deux psychologies, deux enseignements : l'un, d'observation, d'expérience, dans lequel le raisonnement pur, la construction systématique n'auraient aucune part, qui exclurait toutes les anciennes études des grands philosophes, et qui, bien que né d'hier, se suffirait à lui-même avec quelques instruments et quelques descriptions de maladies; l'autre, tout entier composé de théories et de systèmes, ne se préoccupant d'aucune réalité vivante et répétant les doctrines du passé, sans tenir compte des découvertes nouvelles. Il suffit d'exprimer cette séparation pour en montrer toute l'absurdité, et cependant elle a donné naissance à un malentendu qui me paraît avoir joué un certain rôle en France.

C'est pour lutter contre ce malentendu vraiment ridicule que les organisateurs du Congrès, — comme M. Stumpf l'a très bien dit dans son discours inaugural, — ont décidé une petite modification de titre, petite en apparence, mais grosse de conséquences. Ce troisième congrès est un congrès de Psychologie, tout simplement, sans épithète. Cela signifie, à mon avis, deux choses : d'abord, qu'il n'y a pas deux psychologies, qu'il n'en existe aucune en dehors de celle qui tient compte des faits, et, deuxièmement, que cette psychologie n'a aucunement la prétention enfantine de supprimer le raisonnement et le système, de se passer des conceptions des grands philosophes et qu'elle appelle, au contraire, toutes les bonnes volontés et toutes les études, quelles qu'elles soient. C'est là une initiative heureuse, et il viendra une époque où l'on trouvera aussi bizarre de dire un cours de Psychologie expérimentale que de dire un cours de Physique ou de Physiologie expérimentale.

De telles dispositions ont naturellement provoqué un nombre de communications considérable, sur toutes les questions possibles.

C'est là un inconvénient, sans doute, car aucune question n'est traitée à fond; mais fait-on la science dans un congrès? C'est aussi une sorte de revue générale de tous les genres d'études qui, aujourd'hui, se rattachent de près ou de loin à la Psychologie.

Ces communications, au nombre de 160, ont dû être réparties, bien entendu, en diverses sections. M. le docteur von Schrenk-Notzing, qui avait accepté les fonctions de Secrétaire général, a su diriger, avec autant d'habileté que d'amabilité, l'organisation difficile d'un congrès aussi nombreux, la répartition de communications et de discussions aussi diverses. Nous ne pouvons suivre ici exactement la division adoptée. Nous nous proposons seulement de profiter de cette liste de communications pour voir rapidement les différentes directions qui dominent aujourd'hui dans la recherche psychologique, et, comme nous l'avons déjà fait dans notre étude sur le Congrès de Londres, nous diviserons les communications d'après la méthode qui les a inspirées. — Nous admettrons ainsi neuf divisions principales :

1° *Les études générales ou philosophiques.* — Celles-ci, comme on peut le voir dans notre précédent article, n'avaient pas de place au Congrès de Londres. Le titre, plus large, du présent Congrès nous a valu quelques belles études philosophiques, et personne n'a regretté d'entendre ouvrir un congrès psychologique par l'étude de M. Stumpf sur

[1] Voir le compte rendu du congrès. *Revue générale des Sciences*, 1892, p. 609.

les différentes théories des rapports entre le physique et le moral, et d'entendre à la conclusion du Congrès le travail de M. Lipps sur le « Rôle de l'Inconscient » ;

2° *La Psychologie anatomique*, à laquelle nous rapportons exclusivement les recherches sur la localisation cérébrale phénomènes de l'esprit;

3° *La Psychologie physiologique*, qui étudie les relations entre les faits moraux et les faits physiologiques, non seulement du système nerveux, mais de tout l'organisme;

4° *La Psychologie mathématique* qui, comme son nom l'indique, essaie d'appliquer le nombre et la mesure aux faits psychologiques;

5° *La Psychologie descriptive*, qui recueille aussi exactement que possible les faits que nous pouvons observer sur nous-mêmes et sur les autres, sans appliquer à ces faits des méthodes particulières de calcul;

6° *La Psychologie comparée*, qui est, sans doute, une forme de la précédente, mais qui en diffère en ce qu'elle prend pour objet d'observation des esprits différents de l'homme normal adulte, étudié presque exclusivement par l'ancienne psychologie classique;

7° *La Psychologie pathologique*, qu'il est juste de séparer, car elle demande des méthodes et une éducation un peu spéciales;

8° Les études psychologiques faites au moyen de l'*hypnotisme*, qui forment une variété assez bien définie dans le groupe des observations sur les esprits malades ou, au moins, anormaux.

I. — Généralités philosophiques.

M. *Stumpf*, dans son discours d'ouverture, aborde résolument le grand problème des rapports du physique et du moral. Il critique durement la théorie du parallélisme, qui a joué un grand rôle dans la Psychologie contemporaine. Cette théorie, qu'il attribue à Fechner, mais qui me paraît cependant remonter plus haut, admet que les phénomènes psychologiques et les phénomènes physiologiques, au moins ceux du cerveau, se développent en deux séries parallèles, de telle manière qu'à un phénomène moral corresponde toujours un phénomène physique, sans que ces phénomènes aient réellement une influence causale l'un sur l'autre. C'est là, dit-il, une nouvelle forme de la Métaphysique dualiste, et qui en a tous les inconvénients. Il veut faire rentrer ces phénomènes différents en une seule et même série, en admettant une influence causale de l'un sur l'autre. Il est évident que la théorie du parallélisme n'est qu'un moyen commode d'éluder le problème, mais elle me semble avoir ses avantages, surtout si on la prend dans le sens de Kant. La théorie de la dépendance est plus logique et plus scientifique. Elle sera bien difficile à appliquer dans la pratique.

M. *Th. Lipps*, à propos du *concept de l'inconscient* dans la Psychologie, expose des principes de philosophie générale qui rappellent ceux de Maine de Biran. Il montre que la notion de l'insconscient se rattache également aux conceptions métaphysiques comme aux données psychologiques.

M. *Franz Brentano* présente un long mémoire fort intéressant sur la *théorie de la sensation*. Il rappelle le fameux problème de la qualité et de la quantité, que la Psychologie mathématique semble trop oublier, et soutient, avec beaucoup d'auteurs, que tous les phénomènes de l'esprit ne sont caractérisés que par la qualité et qu'il faut éliminer le concept d'intensité de tout le domaine de la pensée abstraite.

Rappelons aussi, à propos de ces questions générales, les études de MM. *Stanland Wake* et *W. S. Wadsworth* sur *l'individualité* et *l'unité psychique*, ainsi que les hypothèses de M. *Alexander F. Shand* sur les *relations entre l'esprit et le cerveau*.

Ce sont des études de ce genre qui faisaient un peu défaut dans les congrès précédents. Leur nombre, leur importance montrent que la philosophie proprement dite n'est plus séparée de la nouvelle psychologie.

II. — Psychologie anatomique.

Un grand et remarquable travail doit, en premier lieu, être rattaché à cette section : c'est l'étude du Dr *Paul Flechsig*, de Leipsig, sur les *centres d'association dans le cerveau humain*. L'auteur examine d'abord toutes les recherches si importantes de ces dernières années sur la localisation des centres sensoriels. Il montre que ces centres n'occupent chez l'homme qu'un tiers, à peu près, du cerveau, mais qu'ils sont séparés par des lambeaux d'écorce assez considérables. Il ne faut pas croire que ces régions nouvelles jouent un rôle moteur, car les centres moteurs se confondent avec les centres sensoriels, en particulier avec ceux de la sensibilité générale, terme d'aboutissement des fibres qui partent des racines postérieures de la moelle. Ces régions sont destinées aux fonctions d'association des différents centres sensoriels entre eux. M. Flechsig examine la disposition et le rôle des trois principaux centres d'association, les conséquences de leurs lésions et leur importance pour la vie psychique. C'est là un travail considérable,—qui, sans doute, ne supprime pas les anciennes études de Psychologie proprement dite et qui, au contraire, se fonde sur elles, comme on l'a fait observer, — mais qui précise singulière-

ment la connaissance du mécanisme physique de la pensée.

C'est, d'ailleurs, le problème que discute le Prof. *Edinger* en recherchant si, en l'état actuel de la science, *la Psychologie peut trouver d'utiles ressources dans l'Anatomie cérébrale*. D'autres auteurs cherchent encore à rattacher des phénomènes psychologiques à leur base matérielle, soit d'une manière générale comme le Prof. *H. Obersteiner*, qui cherche *les fondements matériels de la conscience*, soit d'une manière plus précise comme le Prof. *G. Sergi*, de Rome, qui discute la *relation établie entre les émotions et le bulbe rachidien*. Signalons aussi les études : du Dr *Kaes*, de Hambourg, sur l'anatomie pathologique du *cerveau d'un enfant microcéphale*; du Prof. *Bezold*, de Munich, sur l'*anatomie de l'oreille* en rapport avec la perception des sons variant de hauteur d'une manière continue.

III. — Psychologie physiologique.

Un grand nombre d'études ont été présentées sur le rapport qui existe entre les phénomènes psychologiques et physiologiques. Parmi les plus importantes, nous devons signaler l'étude biologique de M. *Ch. Richet* sur la *douleur*, ses conditions physiques et son rôle pour la protection de l'animal; celle de M. *O. Rosenbach*, de Berlin, sur le *mécanisme du sommeil*, qui m'a particulièrement intéressé : car l'auteur fait jouer un grand rôle aux phénomènes de volonté ; des études sur les maladies de l'esprit m'avaient permis de faire déjà bien des remarques analogues.

L'étude de M. *Preyer* sur les *fonctions du protoplasma* avec celles du Dr *Vram* (Rome) sur le *courant centrifuge des excitations sensitives*, celle du Dr *Héring* (de Prague) « *jusqu'à quel point l'intégrité des nerfs centripètes est-elle une condition des mouvements volontaires* », celle de M. *Wedenski*, de Saint-Pétersbourg, sur l'*innervation centrale*, se rattachent plus particulièrement à la physiologie du système nerveux.

Mais il est un groupe de recherches qui semble avoir particulièrement séduit en ce moment les psychologues : c'est l'étude des modifications vasomotrices en rapport avec les phénomènes de la pensée. Les communications de MM. *Binet* et *I. Courtier*, de M. *A. Lehmann* (Copenhague) et surtout celle du Dr *Patrizi* se rattachent à cette recherche. Enfin signalons le travail du Prof. *Sommer* sur l'*inscription des petits mouvements inconscients*, et les expériences curieuses de M. G.-M. *Schatton* sur la *vision sans renversement de l'image rétinienne*. Par un dispositif expérimental, ce savant fait apparaître à un sujet les images des objets droites ; les objets, naturellement, paraissent retournés, illusoires; mais, si l'expérience est prolongée pendant trois jours, ces images sont acceptées comme réelles et un accord nouveau s'établit assez vite entre les perceptions tactiles et visuelles.

IV. — Psychologie mathématique.

Ce fut autrefois la Psycho-Physique qui essaya d'appliquer aux phénomènes de la pensée la mesure mathématique. Aujourd'hui les études qui méritent proprement ce nom de psycho-physiques sont bien rares. Nous n'avons à signaler que les deux communications du Dr *Cornelius*, de Munich, et du Prof. *H. Ebbinghaus*, de Berlin, sur la méthode psycho-physique des cas vrais et faux.

Les études mathématiques sont aujourd'hui un peu différentes. Elles portent sur l'intensité de telle ou telle sensation dans des conditions déterminées, comme celle du Dr *Gotz Martius* et celle du Dr *Oswald Kulpe* sur l'*influence de l'attention sur l'intensité des sensations*. Ou bien, plus fréquemment encore, les études portent sur la *durée* des phénomènes psychiques mesurée par l'examen des temps de réaction (Dr *A. Tokarsky*, de Moscou, Dr *Roemer*). D'autres études sont surtout *statistiques* (Dr *Arthur Wreschner*, de Berlin, sur les *erreurs de temps*; Dr *Von Tschisch*, sur la *mémoire des sensations*; Prof. *Th. Flournoy*, sur l'*association des chiffres chez les divers individus*). Ces auteurs essaient d'obtenir des lois numériques en répétant la même série d'expériences chez un grand nombre d'individus et en calculant la moyenne des résultats. Il est intéressant de remarquer que ces nouvelles études mathématiques s'élèvent un peu au-dessus de la simple sensation, objet de la Psycho-Physique et cherchent à déterminer par des nombres certaines facultés déjà plus élevées, comme la mémoire ou l'imagination.

V. — Psychologie descriptive ou objective.

L'ancienne *Psychologie descriptive*, dans laquelle le psychologue se borne à décrire ses propres sentiments, n'était guère représentée au Congrès. Elle a cédé la place à une Psychologie qui mérite plutôt le nom d'*objective*. C'est encore une description sans mesures bien mathématiques et sans interprétation physiologique, mais c'est une observation qui porte plutôt sur autrui et qui cherche à mettre le sujet dans des conditions bien déterminées afin de constater les faits avec plus de précision. C'est à cette catégorie que se rattacherait la note que M. *Binet* a envoyée au Congrès, sur la *Psychologie individuelle*. Remarquant avec raison que c'est par les processus supérieurs, par la manière de se souvenir, d'imaginer, de juger, de raisonner, bien plutôt que par les sensations, que les individus diffèrent entre eux et se caractérisent, il propose de noter ces différences dans les opérations supérieures chez les divers individus, quoique ces opé-

rations ne puissent guère être mesurées avec précision. M. le Dr *C. Ueberhort* étudie le *rôle des acteurs psychiques*, en particulier de l'*activité synthétique dans la perception visuelle*. M. le Dr *G. Hirth* présente quelques remarques intéressantes sur l'*objectivation de nos sensations dans l'espace*, et renouvelle la discussion ancienne du nativisme et de l'empirisme. Signalons une série de travaux de MM. *Birch-Reichenwald*, *O. Rosenbach* sur la *sensation de couleur*, de MM. *J. Cohn*, *J. Courtier*, *Ferrari*, *Mourly-Vold*, *Philippe*, *Vaschide* sur les *images mentales*, les *divers types de mémoire* et les *rêves*. M. le Prof. *Ribot*, dans un travail sur l'*abstraction des émotions*, cherche si l'abstraction ou la généralisation qui reste d'ordinaire dans l'ordre intellectuel peut s'appliquer aux états émotifs. Il répond à cette question, qui n'a guère été posée jusqu'ici par les psychologues, en étudiant une littérature curieuse, celle des poètes contemporains qui s'intitulent « symbolistes ». Il trouve dans leur état mental une inaptitude à l'abstraction intellectuelle avec prédominance des états affectifs. Mais leur émotion est abstraite, elle n'est pas l'émotion d'un événement particulier ressenti ou imaginé; elle est un thème d'émotion. Si nous nous élevons aux phénomènes psychologiques plus complexes, nous notons des études du Dr *W. Heinrich*, sur l'*attention* et du Dr *W. Jérusalem* sur la *formation du concept de nombre*, mais nous remarquerons surtout un certain nombre d'études, en particulier celles du Prof. *Th. Lipps* et de M. *V. Basch* sur *des problèmes d'esthétique*, qui sont rattachés à la Psychologie d'une façon intéressante.

Enfin nous signalerons des études de Psychologie objective au moyen de l'analyse de l'écriture : le travail du Prof. *W. Preyer* sur l'*individualité de la signature*; du Dr *Max Offner* sur les *fautes que l'on fait en écrivant*, indiquent une voie de recherches fructueuses; c'est une vieille science, la Graphologie, qui vient, elle aussi, rejoindre la Psychologie.

VI. — Psychologie comparée.

Au lieu d'examiner uniquement l'individu normal et adulte, beaucoup d'auteurs ont cherché à interpréter les actions d'individus plus ou moins différents, et il n'est pas douteux que cette comparaison de types psychologiques différents ne soit de plus en plus nécessaire.

Il est singulier que, dans le dernier Congrès, aucun travail n'ait été présenté sur la psychologie des animaux; mais, au contraire, un grand nombre de communications, dont quelques-unes remarquables, ont montré le grand développement des études sur l'enfant. Il faut placer en premier lieu le travail de M. *W. Preyer*, *la Psychologie de l'enfant*, qui montre toute l'importance de cette étude pour la Psychologie et met en relief des faits importants. Nous notons ensuite une dizaine d'études que nous regrettons de ne pouvoir énumérer, sur le *langage des enfants*, *leur écriture*, *leur caractère*, *leur attention*, *leur développement intellectuel*, et sur les précautions nécessaires dans leur éducation ou leur instruction. En un mot, une série de travaux pédagogiques qui n'existaient pas au même degré dans les précédents congrès se sont ajoutés à la Psychologie pure.

Un deuxième groupe d'études de Psychologie comparée porte sur la *Psychologie sociale*, la science des phénomènes moraux dans les diverses races d'hommes et surtout dans les races primitives. Le Dr *Max Friedmann* (Mannheim) étudie le *développement du jugement chez les peuples non civilisés*, et Mr *G. H. Stout* (de Cambridge) présente un travail fort curieux sur l'*idée de la personnalité* telle qu'elle existe d'une manière vague, sans analyse, *dans l'esprit du sauvage*.

Les études sur la psychologie des hommes supérieurs, des *hommes de génie*, sont représentées par les travaux de M. *F. W. Myers* et de M. *L. Patrizzi*.

Enfin, les études psychologiques sur les *criminels* ont provoqué la communication de M. le Dr *O. Näcke* et le discours important du Prof. Dr *Franz von Liszt* (de Halle) *sur la responsabilité pénale*.

VII. — Psychologie pathologique.

La Psychologie pathologique ou Psychiatrie, celle qui se préoccupe de l'examen des malades et bien souvent de leur traitement, mérite, comme nous l'avons dit, une place à part dans la Psychologie comparée.

Un certain nombre de travaux, comme ceux du Dr *Crocq fils* sur l'*Hérédité en Psychopathologie*, de MM. *Ferrari et Guicciardi* sur la *Psychologie individuelle dans l'examen clinique des aliénés*, du Dr *Guiffrida-Ruggeri* sur l'*importance des stigmates de dégénérescence*, du Dr *Marro* sur les *psychoses de la puberté*, du Dr *P. Tesdorpf* sur le caractère changeant de certains délires, sont presque exclusivement médicales.

D'autres auteurs se servent de la clinique pour élucider un problème psychologique. Le Dr *P. Sollier* confirme l'importance de la sensibilité viscérale, de la cœnesthésie dans la *formation de la personnalité;* MM. les Drs *Ferrari*, *Bernardini*, *Strumpell* étudient *diverses altérations de la mémoire*, M. le Dr *Aschaffenburg* (Heidelberg) présente une note sur l'*association des idées* chez divers malades. M. le Dr *Sancte de Sanctis* lit un travail fort intéressant sur le *rapport qui existe entre l'émotion et le rêve :* il cherche, par une observation prolongée, comment et jusqu'à quel point une émotion de la veille peut influer sur les songes du sommeil, et, inversement, comment les songes peuvent influencer les émotions de la veille.

Parmi les études sur *la volonté et l'attention des*

malades nous signalerons le travail du Dr *J. Jæger* sur les *anomalies de la volonté*. Nous indiquerons que nous avons nous-même présenté une note *sur les temps de réaction simple dans leur rapport avec les maladies de l'attention*. Dans certains cas la courbe des temps de réaction peut caratériser la puissance de l'attention, mais il ne faut pas toujours accepter sans discussion cette mesure de l'attention volontaire et consciente, car, dans certains cas, cette courbe peut ne manifester qu'une activité automatique. Un certain nombre de travaux ont été présentés sur cette question des *idées fixes*, aujourd'hui particulièrement étudiée en Psychiatrie. Nous citerons ceux de M. C. Dr *Arie de Joug* (La Haye), du Dr Clémens Neisser (Leubus, Schlesien), du Dr *Grashey* (Munich), du Dr Fr. C. *Muller* (Munich). Qu'il nous soit permis d'indiquer que nous avons présenté, en collaboration avec M. le Prof. *Raymond*, l'observation d'une malade bien curieuse de la Salpêtrière : obsédée par des idées religieuses, elle a des attaques d'extase, dans lesquelles elle joue la scène de la crucifixion de Jésus-Christ et, par idée fixe subconsciente, garde constamment dans l'intervalle même des attaques *les deux jambes contracturées* d'une manière systématique dans la position de la crucifixion.

Enfin, le problème de l'*aphasie* est traité dans quelques communications du Drs *H. Gutzmann* (Berlin) et du Dr *Th. Heller* (de Vienne), et M. le Dr *F. Maeck* présente quelques réflexions sur le fait, si curieux, de l'écriture renversée ou de l'*écriture en miroir*.

VIII. — L'Hypnotisme.

Il est certain que les études sur l'Hypnotisme ont été à ce dernier Congrès moins nombreuses qu'aux précédents. M. le Dr *Crocq fils* présente quelques remarques sur l'*état de la sensibilité et des fonctions intellectuelles chez les hypnotisés*, le Dr J. *Milne Bramwell* résume ses expériences sur l'*appréciation du temps par les somnambules*, et étudie aussi le *degré d'automatisme* et de résistance à la suggestion de ses somnambules. M. *Flournoy* (de Genève) décrit quelques faits curieux *d'imagination subconsciente* qui se manifestent par l'écriture, dite automatique, *des médiums* ; et le Dr *Falk Schupp* (Bad-Soden) montre combien est singulière et difficile à expliquer l'*anesthésie* que l'on peut produire *par la suggestion*.

Naturellement un certain nombre de communications ont pour objet la *valeur thérapeutique de l'hypnotisme et de la suggestion* ; nous citerons celles du Dr *E. Hecker* (Wiesbaden), du Dr *Ch. Lloyd Tuckey* (Londres), du Dr *Auguste Voisin* (Paris). M. le Dr *O. Wetterstrand* confirme l'importance thérapeutique du sommeil lui-même, indépendamment de la suggestion, quand, par des moyens artificiels, il est longtemps prolongé pendant des jours et même des semaines. Enfin, dans notre dernière communication, nous avons insisté sur un des caractères et des grandes difficultés de ces traitements par la suggestion. Le médecin prend sur le sujet une *influence* énorme et des plus curieuses, et il le dirige dans toutes ses pensées, mais le sujet ne sait pas se passer de ce point d'appui, il éprouve un *besoin* intense *de direction morale*, et malheureusement retombe souvent dans sa maladie antérieure dès qu'on l'abandonne à lui-même.

IX. — Psychologie transcendante.

Il ne faut pas oublier que notre science est limitée, et que la réalité dépasse de beaucoup tout ce que nous pouvons concevoir. Aussi a-t-on le droit d'examiner ces phénomènes mystérieux qui sont sur les confins de la science. M. *Liébeault* envoie une note sur le problème des *communications de pensées par suggestion mentale* ; M. le Professeur *Sidgwick* montre le rôle que jouent quelquefois dans ces expériences *des chuchotements involontaires*. Mr Sidgwick fait une dernière communication à propos de l'enquête statistique commencée en 1889 sur les hallucinations éprouvées par des personnes saines d'esprit, afin d'examiner le degré de probabilité des *hallucinations télépathiques*.

X. — Conclusions.

Nous n'avons pu présenter dans ce travail qu'un bref résumé de quelques communications, en regrettant d'en laisser de côté beaucoup d'autres. Mais nous voulions surtout montrer la diversité des directions que suit la Psychologie contemporaine. Le nombre des recherches qui se rattachent à la Psychologie semble croître sans cesse, et des études comme celles de la Philosophie générale, de la Pédagogie, de l'Esthétique, de l'Anthropologie, de la Jurisprudence, qui, jusqu'à présent, se développaient en dehors de la Psychologie proprement dite, ont été largement représentées au dernier Congrès. Une réunion de ce genre n'a-t-elle pas ainsi un rôle vraiment utile, et l'institution des Congrès internationaux de Psychologie n'a-t-elle pas atteint son but si elle peut servir ainsi de centre de ralliement et réunir autour de la Psychologie toutes ces études physiologiques et morales ? Ce sera encore, croyons-nous le rôle du prochain Congrès qui aura lieu à Paris en 1900. MM. Th. Ribot et Ch. Richet ont été désignés comme présidents, M. Pierre Janet comme secrétaire général.

Dr **Pierre Janet**,
Professeur suppléant au Collège de France,
Directeur du Laboratoire de Psychologie
à la Salpêtrière.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

L'ÉLECTRICITÉ A L'EXPOSITION NATIONALE SUISSE DE GENÈVE — LES FIACRES ÉLECTRIQUES A PARIS

L'Electricité occupait une place d'honneur à l'Exposition de Genève. Ce n'était plus le simple exposé d'essais ou d'expériences, mais la puissante manifestation des applications multiples de l'électricité en ces dernières années.

L'électricité n'avait pas seulement son Exposition particulière en groupes spéciaux, mais elle avait pénétré dans toutes les branches de l'industrie représentée à l'Exposition, et, si elle ne paraissait pas toujours en évidence, c'est elle qui partout donnait le mouvement et la vie. Pour comprendre ce rôle prépondérant, il faut tout d'abord se reporter à l'organisation des services industriels de la ville de Genève.

Située sur les rives du Rhône, la ville de Genève a depuis longtemps cherché à recueillir les richesses inestimables de son fleuve au cours rapide. Les travaux de captation de cette force hydraulique commencèrent au siècle dernier et passèrent jusqu'en 1887 par des phases successives de développements et de perfectionnements. A cette date, la ville de Genève réalisa une force de 4.000 chevaux en barrant le Rhône dans toute sa largeur. La distribution en était faite sous forme d'eau comprimée à 14 atmosphères de pression et cette eau était utilisée en partie comme eau potable et en partie comme eau industrielle pour actionner des moteurs hydrauliques. Ce service ne pouvant bientôt plus suffire au nombre des demandes, un deuxième barrage fut créé en 1893 en aval du premier. La hauteur de la chute en fut portée à 8 m. 50 à l'étiage d'hiver; et, au débit minimum hivernal de 120 mètres cubes à la seconde, il assure une force disponible de près de 12.000 chevaux. C'est la distribution de ces 12.000 chevaux de force au moyen de l'électricité qui a été inaugurée à l'occasion de l'Exposition.

Près de 3.000 chevaux y ont trouvé leur utilisation soit dans le service d'éclairage, soit dans le transport de force aux machines exposées et ils ont fait de l'Exposition une démonstration vivante des travaux de l'industrie et des procédés de fabrication. A côté de ce point de vue pratique et industriel, il y a le succès scientifique, digne du plus haut intérêt, de la transformation d'une puissance hydraulique en puissance électrique, puis son transport à grande distance et, enfin, la subdivision de cette force unique et sa distribution à une multitude de petits moteurs. Il ne s'agissait pas seulement de distribuer cette force d'après un plan conçu d'avance, mais il fallait l'adapter aux exigences et aux systèmes spéciaux de chaque exposant, car les moteurs, aussi bien que les machines à actionner, faisaient partie des objets exposés. Le problème scientifique qui a été résolu à l'Exposition de Genève consistait à utiliser une seule source de courant pour alimenter n'importe quel système de moteurs existants; ce courant devait être soumis à de multiples transformations, qui viennent de subir ainsi l'épreuve de la pratique. C'est à l'étude comparative de ces différents systèmes de transformation que sont consacrées les lignes qui suivent.

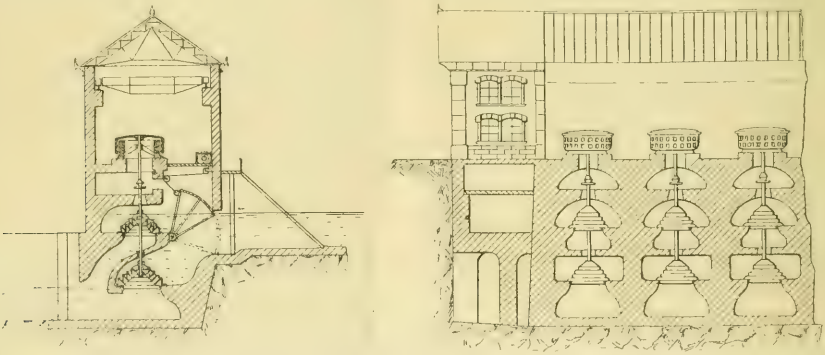


Fig. 1 et 2. — *Coupes transversale et longitudinale de l'usine électrique de la ville de Genève à Chèvres sur le Rhône.* — A gauche, on voit la disposition qui permet de faire tomber l'eau à volonté sur la turbine inférieure ou la turbine supérieure. — A droite, on voit le mode de montage des dynamos horizontales sur les axes verticaux des turbines.

Deux systèmes fondamentaux se partagent toutes les applications de l'électricité : la distribution sous forme de courant continu et celle sous forme de courants alternatifs. Chacune a ses partisans et ses défenseurs, et le fait que la lutte entre ces formes de courant dure depuis plusieurs années prouve que chacune a ses avantages et que les conditions locales peuvent seules influencer en faveur de l'une et de l'autre. Comme subdivisions, citons le courant continu à pression ou à potentiel constant, le courant continu à débit constant et potentiel variable, le courant alternatif simple à potentiel constant et, enfin, diverses combinaisons de courants alternatifs à potentiel constant, mais à phases décalées, c'est-à-dire dont les périodes de variations s'entrecroisent. Tous ces systèmes permettent d'obtenir les mêmes résultats et n'entraînent que des différences dans la structure électrique des machines.

La nouvelle usine génératrice d'électricité de la ville de Genève est du type à courants alternatifs biphasés. Elle est construite à Chèvres sur le Rhône à environ

6 kilomètres en aval de Genève (fig. 1 et 2). Les turbines commandant les dynamos sont d'une construction spéciale à double étage. La partie inférieure travaille seule en hiver lorsque la chute est maxima et le débit minimum. En été, le volume d'eau augmentant et la chute diminuant, on ouvre la partie supérieure; cette disposition permet de maintenir le nombre de tours rigoureusement constant à 90 à la minute. Un axe commun relie rigidement les turbines aux dynamos. Ces dernières sont placées à l'étage supérieur du bâtiment, à l'abri de toute humidité, et ne correspondent avec les étages inférieurs des chambres de turbines que par les organes de transmission. Le poids des tubines et dynamos est compensé par un palier spécial muni d'un plateau équilibré par pression d'huile.

Chaque dynamo absorbe 1.200 chevaux; la fréquence des périodes du courant alternatif est de 45 à la seconde, le potentiel est de 2.500 volts. Les difficultés que présente ordinairement le couplage des dynamos ont été habilement surmontées par la combinaison de leurs constantes électriques et le jeu des régulateurs de turbines. Chaque dynamo est donc biphasée; elle produit en conséquence deux courants distincts, qui se succèdent avec un décalage d'un quart de période. Leur construction présente beaucoup d'originalité (fig 3). La disposition en est due à M. Thury, ingénieur de la Compagnie de l'Industrie électrique; la partie mobile de la machine ne se compose que d'une couronne dentée qui, par le passage successif des dents devant les enroulements électriques, produit une variation du flux magnétique, d'où résulte la production d'une force électro-motrice alternative. C'est certainement la première application de ce principe à des machines aussi puissantes.

Le courant est transporté de l'usine à la ville de Genève par un câble de construction originale. Pour éviter la dépense de câbles armés de gaines de plomb et d'acier, les fils électriques ont été posés dans un caniveau de béton enduit et garni de brai de goudron mélangé de masses isolantes. Cet essai, tenté sur une longueur de près de 6 kilomètres, a donné de bons résultats jusqu'ici. Le courant était ainsi amené jusqu'au centre de l'Exposition, où l'on procédait à sa transformation multiple. Une première partie était destinée à l'éclairage et était utilisée directement par l'emploi de transfomateurs, qui en abaissaient la tension à 110 volts; le reste était converti en énergie mécanique.

Ce sont ces convertisseurs qui offrent un intérêt par leur nouveauté et les perfectionnements qui y ont été apportés. Pour comprendre leur fonctionnement et l'avenir qui leur est réservé, il faut se reporter aux conditions dans lesquelles se trouvent la plupart des stations centrales électriques. Créées dans la partie la plus populeuse des villes, elles n'ont d'abord eu à desservir qu'une clientèle peu éloignée, et la distribution directe par courant continu à basse tension était tout indiquée; puis, le champ d'action s'étendant, les pertes de tension augmentèrent, et au lieu d'alimenter les lampes depuis une seule station, il devint nécessaire d'établir des sous-stations de distribution. Chaque sous-station devenait tributaire de la station-mère par un réseau spécial, et il fallut recourir à des méthodes indirectes de transformation. La solution la plus simple fut d'installer un moteur indépendant actionnant une nouvelle génératrice. C'est cette solution qu'a adoptée la Compagnie de l'Industrie électrique dont l'Exposition a été un éclatant témoignage des nombreuses spécialités que produisent ses ateliers (fig. 4). Elle seule absorbait 550 H. P. (chevaux-vapeur) répartis entre divers moteurs de 50 à 300 H. P., tous branchés directement sur le courant alternatif venant de la Station centrale de Chèvres. Les difficultés que l'on rencontre ordinairement dans le démarrage des moteurs à courants alternatifs ont été simplement surmontées en utilisant pour la mise en marche un courant d'excitation indépendant; puis le moteur, une fois lancé, est maintenu en synchronisme de phase par une petite excitatrice montée sur son arbre.

L'un des moteurs principaux commandait une génératrice à 110 volts; il formait le centre d'une distribution secondaire de force motrice et alimentait 42 petits moteurs répartis dans l'Exposition. Cette commande directe des différentes machines exposées supprimait

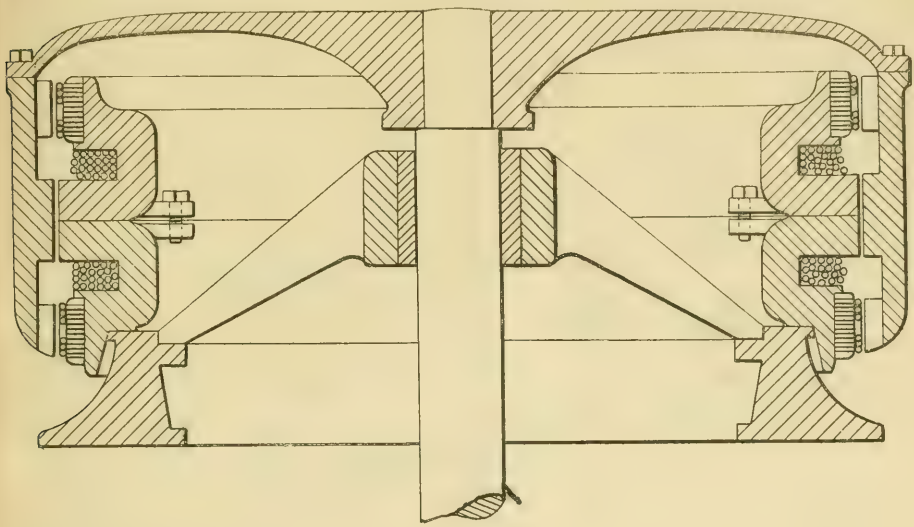


Fig. 3. — *Machine dynamoélectrique de l'usine de la ville de Genève à Chèvres.* — Cette machine, du système Thury, développe une puissance de 1.200 chevaux à l'allure de 80 tours à la minute; elle produit un courant alternatif biphasé.

tout organe compliqué de transmissions et ce n'était pas une des moindres attractions, que de voir nombre de machines-outils et de métiers à tisser ou à broder, entraînés comme par une force invisible. Toute l'installation revêtait un caractère de simplicité qui frappait le visiteur habitué à voir, comme complément indispensable de tout atelier, des combinaisons compliquées de courroies et de poulies. Dans un avenir prochain, ces applications se généraliseront et transformeront rapidement tous les ateliers industriels.

A côté de la distribution de force par potentiel constant, la Compagnie de l'Industrie électrique présentait la démonstration d'un système à potentiel variable et à courant constant, auquel elle a voué tous ses soins pendant ces dernières années. Le but que l'on cherche à réaliser dans toutes les distributions électriques, est de maintenir invariable la vitesse des moteurs, quelle que soit leur charge. Cette régularité de marche ne peut être obtenue qu'en disposant librement, soit de la pression, soit du débit du courant électrique. Utiliser le potentiel constant se fait presque automatiquement par un enroulement approprié des moteurs, tandis que, pour régler des moteurs à courant constant, il faut l'emploi d'un régulateur mécanique. Ce dernier système compense cette complication de réglage, plus apparente que réelle, par l'avantage de pouvoir utiliser des pressions très élevées, qui rendent possible la distribution de force à grandes distances. La Compagnie de l'Industrie électrique en a fait l'application à plusieurs installations, dont l'une atteint un développement de près de 50 kilomètres, pour une puissance de 3,000 chevaux; elle en a exposé une réduction au pavillon de M. Raoul Pictet, où elle actionne des compresseurs pour la production des basses températures.

Toujours alimentée par le courant de Chèvres, une autre de ses dynamos commandait le grand pont roulant qui desservait la Halle aux Machines, ainsi que le tramway électrique de l'Exposition, d'une longueur de 2 kil. 1/2. Le courant arrive et revient par les rails et communique aux moteurs par les roues des voitures; tout fil aérien est supprimé. Ce système est très simple et aurait depuis lontemps reçu une application universelle, s'il ne pouvait être exécuté que dans un espace à l'abri de la circulation des véhicules. Bien que la tension employée soit très basse et n'atteigne que 100 volts, elle crée un danger pour les chevaux, qui sont très sensibles au passage du courant électrique. C'est cette raison et la crainte de court circuit entre les rails qui en empêchent la vulgarisation.

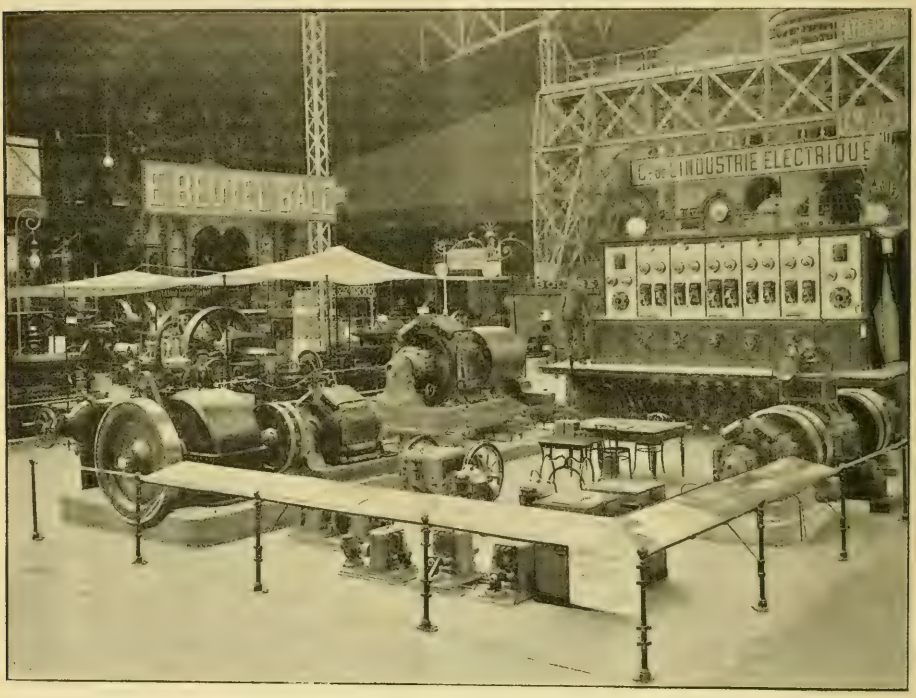


Fig. 4. — Exposition de la Compagnie de l'Industrie électrique à Genève. — Au premier plan, on aperçoit divers types de dynamos; plus au fond, se trouve un grand tableau de distribution pour les divers services électriques de la halle des machines. — Enfin, au dernier plan, à droite, on aperçoit une des turbines de l'usine électrique de Chèvres surmontée de sa dynamo.

L'Exposition de la Société Alioth et Cie, de Bâle, n'était pas moins digne d'intérêt (fig. 5). Cette maison s'est particulièrement appliquée à perfectionner ses machines pour courants alternatifs, et a résolu avec succès un type de dynamo produisant également le courant continu et les courants alternatifs. C'est un convertisseur électrique revêtissant l'aspect d'une dynamo ordinaire avec un seul cylindre, mais avec double

collecteur pour prises de courant. Cette dynamo peut produire des courants alternatifs ou continus, soit simultanément, soit séparément, ou convertir l'un dans l'autre. C'est le problème du moteur et de la génératrice réunis en une seule machine. A l'intérieur de l'Exposition, la maison Alioth et Cie disposait de 200 chevaux pris au courant de l'usine de Chèvres et qu'elle convertissait en lumière et en force motrice. Elle exposait une distribution de force par courants triphasés qui actionnait 18 moteurs répartis dans la Halle aux Machines et fonctionnant dans les industries les plus diverses.

La Société d'Oerlikon, bien que citée après les deux maisons précédentes, n'en est pas moins une des plus actives Compagnies suisses dans le domaine de l'électricité. Fondée primitivement pour la construction des machines-outils, elle a étendu sa sphère d'activité aux dynamos et a étudié tout particulièrement l'adaptation de l'électricité à l'industrie et au travail des métaux. Elle exposait (fig. 6) une distribution de force à ses propres machines-outils par courants triphasés : à une perforatrice pour tunnels et mines, à des machines à percer et à tarauder, plus loin à une grue pivotante de cinq tonnes, puis à des machines à raboter et à tailler les engrenages, et à une scierie. Toutes ces machines fonctionnaient et donnaient l'illusion d'un grand atelier en activité.

Dans les transports de force par courants polyphasés, la Société d'Oerlikon s'est acquis une grande notoriété depuis l'Exposition de Francfort en 1891, où, pour la première fois, elle démontrait la possibilité de la transmission de force à 140 kilomètres. Depuis cette date elle n'a pas cessé d'améliorer son matériel, qu'elle a porté à un grand degré de perfection. A côté d'une dynamo de 710 chevaux pour la production de forts courants pour l'électrolyse de l'aluminium, elle a exposé également, démontée pour en montrer la construction, une dynamo de 850 chevaux pour transport de force par courants triphasés. Cette dernière dynamo est à enroulements fixes, c'est-à-dire ne porte aucune partie électrique mobile; le flux magnétique est produit par la simple rotation d'une partie dentée constituée de fonte et de tôles en fer. C'est une disposition de construction qui se généralisera certainement, vu son grand caractère de simplicité.

Comme dynamos intéressantes, citons encore une série de moteurs à courants monophasés avec un dispositif spécial de démarrage et capables d'être branchés sur n'importe quel circuit d'éclairage.

A côté de ces trois principales maisons, la Suisse produit de nombreuses applications de l'électricité à la petite industrie et le visiteur était étonné de voir combien une science si nouvelle a su prendre sa place dans la vie journalière. Nous ne parlerons pas des ateliers Peyer et Favarger et de toutes les fabriques similaires occupées à la fabrication des appareils de télégraphie, de téléphonie, de sonnerie, des câbles ou des lampes à arc et à incandescence. Les accumulateurs eux-mêmes étaient représentés par trois fabriques importantes.

Fig. 5. — *Exposition de la Société d'Électricité Alioth de Bâle.* — Au milieu, on remarque le type spécial de dynamo construit par cette maison; cette dynamo produit également un courant alternatif ou continu et les convertit l'un dans l'autre.

Pour terminer, quelques chiffres de statistique donneront une idée du développement de l'électricité en Suisse. Ils se rapportent à la fin de l'année 1895. A cette date, dans ce petit pays de moins de 3 millions d'habitants, plus de 212.000 lampes à incandescence étaient installées, ainsi que plus de 2.700 lampes à arc. Quant à l'énergie distribuée par les moteurs électriques, elle atteignait 39.400 chevaux. Sans doute cet essor est dû aux forces hydrauliques que la nature y offre partout à profusion, mais la conséquence qui

nous intéresse au point de vue industriel a été d'offrir un champ propice au développement de l'électricité. Des ateliers de construction se sont créés, leurs moyens de production se sont rapidement accrus et leurs produits perfectionnés, puis, leur champ d'activité devenant trop étroit, ils ont porté à l'étranger l'expérience qu'ils avaient acquise. Ils se sont présentés devant la concurrence armés des résultats et des succès qu'ils avaient obtenus sur un terrain exceptionnel et s'y sont distingués comme spécialistes.

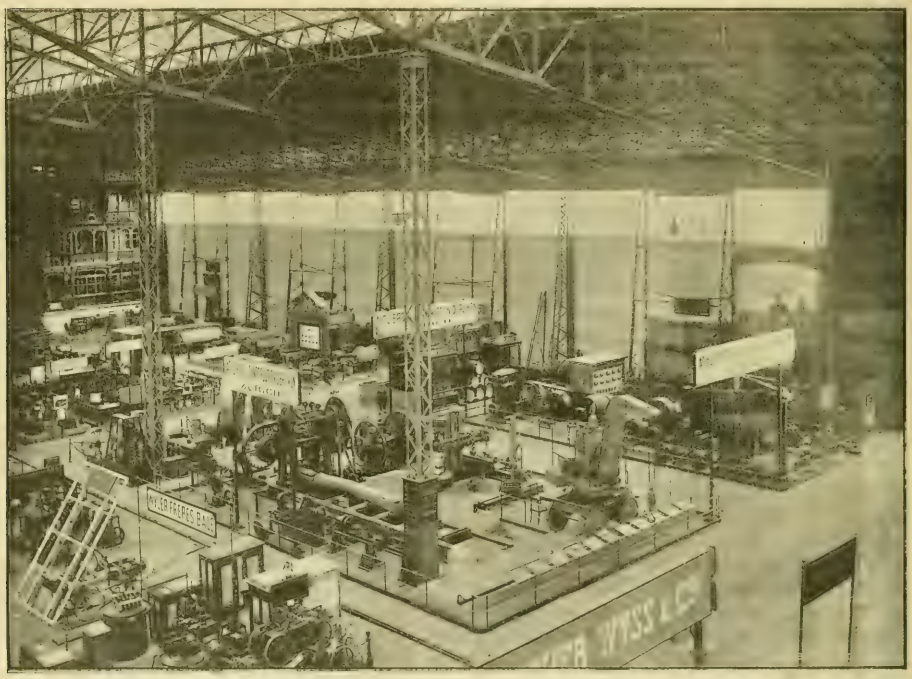


Fig. 6. — *Exposition de la Société de Constructions mécaniques et électriques d'Oerlikon.* — On aperçoit, en particulier, à droite la grue à manœuvre électrique, à gauche la scierie électrique et le tronc d'arbre qu'elle est en train de débiter.

C'est là le secret du rôle prépondérant qu'a joué l'Electricité à l'Exposition de Genève : le visiteur emportait avec lui l'impression que ce n'était plus la science d'hier connue seulement de quelques privilégiés, mais que c'est une nouvelle branche de l'activité humaine et l'une des plus importantes qui vient de se créer.

A. Boissonnas,
Ingénieur-électricien.

Il circulera probablement bientôt dans Paris des voitures électriques. M. L. Krieger, dans une communication récente à la Société des Electriciens, a fait connaître les principales dispositions qu'il a adoptées dans la construction d'une voiture de ce genre. Il a pris un fiacre ordinaire et il en a remplacé l'avant-train par un avant-train formé d'un essieu portant à ses extrémités deux moteurs électriques commandant directement les roues par un simple engrenage dans le rapport de 1 à 10. Les moteurs électriques ont leurs inducteurs montés en tension et leurs induits montés en quantité. La direction est obtenue par la mise en court-circuit d'un moteur, suivant que l'on veut tourner à droite ou à gauche. Cette manœuvre est facile à effectuer, car les induits sont reliés à un commutateur et il suffit de tourner la manette pour effectuer les couplages. L'avant-train de la voiture tourne d'un angle égal à celui dont tourne la manette. La première voiture avait un poids total de 1150 kg et renfermait 285 kg d'accumulateurs Fulmen lui permettant d'effectuer un trajet de 30 kilomètres. Une deuxième voiture spéciale a été construite ; elle pèse 1860 kilos ; à vide, elle contient 16 éléments d'accumulateurs Julien d'un poids de 640 kg. Elle peut effectuer un parcours de 80 kilomètres à la vitesse de 10 à 11 kilomètres à l'heure. La dépense de puissance électriques est de 30 volts et 50 à 60 ampères. Dans quelque temps, M. Krieger aura terminé la construction d'un fiacre à deux places d'un poids de 800 kg. et pouvant faire 125 kilomètres.

E. H.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Neumann (Dr C.), *Professeur de Mathématiques à l'Université de Leipzig.* — **Allgemeine Untersuchungen über das Newton'sche Princip der Fernwirkungen mit besonderer Rücksicht auf die electrischen Wirkungen.** — 1 *vol. in-8° de 292 pages* (*Prix :* 12 fr. 50). *B. G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1896.

Le principe des actions à distance, mis en doute depuis les travaux de Faraday, a été vivement combattu par quelques savants, parmi lesquels figurent en première ligne Maxwell et Hertz. Il devrait même, d'après ces derniers, être entièrement abandonné. Ses adversaires ne sont toutefois pas encore parvenus à établir d'une façon précise la base nouvelle sur laquelle doit reposer leur théorie; il est vrai que celle-ci se trouve encore dans un état tout à fait provisoire.

La loi newtonienne a bien donné lieu à certaines objections, soit en Astronomie, soit en Physique, pour l'explication de divers phénomènes, surtout pour les phénomènes électriques. Mais, faut-il pour cela renoncer déjà à ce principe qui, jusqu'ici, a rendu de si grands services? La fécondité de la théorie des actions à distance serait-elle entièrement épuisée? M. Neumann ne le pense pas. Il estime, au contraire, que nous devons porter toute notre attention sur cette théorie en examinant surtout si, à côté de la loi de Newton, il existe encore d'autres lois d'attraction.

C'est sous cette forme générale que M. Neumann expose la théorie des actions à distance dans l'ouvrage dont nous rendons compte aujourd'hui. Il admet, comme principe fondamental, *l'existence*, généralement adoptée, *d'un état d'équilibre électro-statique* et montre que, pour les lois compatibles avec cet *axiome*, la fonction potentielle doit être de la forme :

$$\varphi(\pi) = \frac{Ae^{-\alpha\pi}}{\pi} + \frac{Be^{-\beta\pi}}{\pi} + \frac{Ce^{-\gamma\pi}}{\pi} + \ldots$$

dans laquelle α, β, γ..., A, B, C,... sont des constantes. Grâce à cette *loi exponentielle*, selon le nom attribué par M. Neumann, le champ des recherches se trouve considérablement restreint. La question de *reversibilité* a particulièrement préoccupé l'auteur; elle a été résolue affirmativement pour le cas où les constantes α, β, γ ... sont positives, les quantités A, B, C... étant toutes de même signe.

La fonction potentielle fait l'objet d'une étude très approfondie qui conduit à des propriétés analogues à celles que l'on connaît pour la loi newtonienne. L'analogie est même très frappante lorsque la loi exponentielle ne se compose que d'un seul terme, c'est-à-dire pour la forme

$$\varphi(\pi) = \frac{Ae^{-\alpha\pi}}{\pi}.$$

L'auteur applique ensuite les résultats obtenus à la loi $\varphi(r) = r^{p-2}$, $(0 \leq p < 1)$, donnée par Green, en montrant qu'elle n'est en réalité qu'un cas limite de la loi exponentielle; ces considérations simplifient beaucoup l'étude des propriétés de cette fonction. Le dernier chapitre est consacré à l'équation aux dérivées partielles $\Delta\psi = \alpha^2\psi$, $(\alpha > 0)$ correspondant à la loi exponentielle : à un seul paramètre.

Bien que M. Neumann ait particulièrement favorisé les phénomènes électriques, son ouvrage n'en constitue pas moins une heureuse contribution à la théorie générale des actions à distance. H. Fehr,

Privat docent à l'Université de Genève.

2° Sciences physiques.

Mascart (E.), *Membre de l'Institut, Pr au Collège de France*, et **Joubert** (J.). — **Leçons sur l'Electricité et le Magnétisme.** (*Deuxième édition entièrement refondue par M. Mascart.*) *Tome premier :* **Phénomènes généraux et Théorie.** — 1 *vol. gr. in 8° de 840 pages avec 126 fig.* (*Prix : 25 fr.*) *G. Masson et Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1896.

Au moment où parut la première édition des *Leçons sur l'Electricité et le Magnétisme*, les idées de Maxwell, acceptées par les électriciens avancés, n'avaient pas encore porté tous leurs fruits; les théories électriques participaient à la fois des anciennes et des nouvelles conceptions, et c'est dans cette période de transition, difficile entre toutes, que MM. Mascart et Joubert surent écrire le bel ouvrage qui a élevé toute une génération d'électriciens, tant en France qu'à l'Etranger, puisque leurs *Leçons* ont été traduites en plusieurs langues. Cette première édition parut en 1881; l'Exposition d'Electricité, qui venait de fermer, avait révélé les immenses progrès industriels accomplis dans les dernières années, et faisait entrevoir une révolution qui n'a pas tardé à s'accomplir. L'ouvrage de MM. Mascart et Joubert devait donc subir le sort de toute œuvre issue d'une époque de transition : il devait vieillir. Mais il se trouva épuisé avant l'époque où il eût pu devenir insuffisant, et il ne resta plus qu'à le refaire en tenant compte des immenses progrès réalisés dans les quatorze années écoulées. M. Mascart entreprit seul cette fois le travail, les fonctions de M. Joubert ne lui laissant plus les loisirs de se consacrer à une œuvre d'aussi longue haleine.

Cette deuxième édition des *Leçons* est, en bien des points, différente de la première. Les expériences de Hertz sont venues au bon moment donner aux idées de Maxwell l'appoint expérimental qu'on pouvait à la rigueur leur contester jusqu'alors, et les théories électrodynamiques se sont trouvées ainsi complétées. Nous sommes maintenant en présence d'une science unifiée et d'une industrie en pleine prospérité.

Si je fais ici allusion à l'industrie, dont il n'est nullement question dans ce premier volume, c'est qu'on en sent en plus d'un endroit l'influence. Ainsi, le calcul de la résistance vraie des gros conducteurs, transportant des courants intenses et à rapides alternances, serait resté longtemps ignoré, s'il ne s'était trouvé sur le chemin d'importantes applications industrielles. Les formules établies par lord Kelvin ont de singulières conséquences : ainsi, pour les courants de haute fréquence, qui prennent en Physiologie une place de plus en plus grande, ces mêmes formules conduisent à un résultat bien différent : les courants de la plus haute fréquence employés en Physiologie pénètrent jusqu'au centre des mauvais conducteurs que leur offre le corps humain. Les effets physiologiques étudiés par le docteur d'Arsonval le laisaient supposer, le calcul lève les derniers doutes. Voilà un exemple, entre mille, des questions qui, complètement obscures il y a dix ans, sont presque élucidées aujourd'hui.

En comparant les deux éditions des *Leçons*, on peut se faire une idée exacte du travail de la dernière décade; elles ont, à ce point de vue, la valeur d'un document historique.

La première partie de l'ouvrage a été peu modifiée : l'Electrostatique a si peu progressé ou plutôt elle est depuis longtemps si parfaite au moins sous sa forme mathématique, qu'il n'y avait pas lieu de changer l'ordre adopté dans la première édition. Nous y trou-

vons cependant, comme une première étape, un court chapitre consacré aux quelques théorèmes généraux dont l'application constante simplifie les énoncés, et crée un lien entre des faits en apparence disparates : les deux principes de la Thermodynamique avec leurs conséquences, la conservation de l'électricité, viennent au bon moment établir des rapports que l'on soupçonnait, mais que l'on n'avait pas encore vus nettement.

Un beau chapitre sur les diélectriques et une étude sur les cas d'équilibre électrique, dans les diélectriques et les conducteurs, termine ce qui concerne l'Electrostatique.

Au chapitre suivant, nous abordons l'étude des sources d'électricité, des phénomènes de contact dans les circuits isothermes, des piles et des machines statiques, après qu'un article spécial a été consacré au contact des diélectriques; ce n'est pas la marche habituellement suivie, mais la lecture de ce chapitre montre que c'est la bonne, le contact des diélectriques étant beaucoup plus complexe que celui des conducteurs. On reviendra plus loin aux phénomènes thermoélectriques, lorsqu'on aura étudié le mouvement de l'électricité dans les conducteurs.

Une attention spéciale est donnée aux phénomènes électro-capillaires, aux effets de contact et à l'étude des couches doubles, devenue si féconde depuis les travaux d'Helmholtz.

La deuxième partie de l'ouvrage traitant du magnétisme a été beaucoup modifiée dans le détail, bien que l'idée directrice soit restée la même. La théorie est exposée en partant des idées de lord Kelvin, qui considère une portion quelconque du corps aimanté comme un aimant complet. Peut-être aurait-il mieux valu faire une place plus large à la conception du circuit magnétique, due à Euler, et qui a rendu dans ces dernières années de si grands services. L'auteur y arrive presque à regret, par une généralisation de la notion de force magnétomotrice.

En revanche, on a tenu grand compte des résultats de l'expérience appliquée aux cycles d'aimantation, à l'hystérèse et aux phénomènes thermiques.

La troisième partie traite de l'Electromagnétisme; l'équivalence des courants et des feuillets, le champ magnétique du courant qui conduit à établir les lois des actions élémentaires forment le contenu des deux premiers chapitres. Puis vient un chapitre fort important qui, sous le titre de : *Cas particuliers*, donne la description des expériences de contrôle, des bobines et des appareils de mesure, avec quelques pages sur l'aimantation par les courants. L'induction et les unités sont étudiées dans deux chapitres qui terminent cette troisième partie.

Précédemment déjà, nous avions remarqué, à la lecture, combien l'auteur avait tenu compte des desiderata exprimés par quelques électriciens, concernant certains perfectionnements à apporter à la terminologie; toutes les résistances n'ont pas encore été vaincues, et bon nombre de nos collègues, même très jeunes, se montrent intraitables sur des termes bien inoffensifs et bien commodes, comme celui de *conductance*. Dans les unités, on conteste le droit de dire qu'une *vitesse est le quotient d'une longueur par un temps*. M. Mascart, en adoptant franchement ces expressions si logiques, a fait plus pour leur acceptation définitive que de longues discussions dans les comités spéciaux. Nous pourrons, dorénavant, nous retrancher derrière sa haute autorité, qui supprimera, espérons-le, les dernières résistances.

Le reste de l'ouvrage est presque entièrement nouveau; l'œuvre de Hertz y trouve sa place avec l'Electro-Optique et les cas particuliers d'induction dont je parlais au début; enfin, M. Mascart a eu l'heureuse idée de donner, dans un complément, l'ensemble des propriétés physiques des cristaux. C'est la première fois, à ma connaissance, que ce résumé est fait dans un ouvrage français, et c'est un grand service rendu à ceux qu'intéressent les belles expériences des frères Curie, de M. Voigt, et les théories générales sur la symétrie, créées ou singulièrement élargies par notre ami Pierre Curie; on ne pouvait terminer mieux un ouvrage où les données pratiques abondent, mais qui surtout restera un monument de haute science.

Ch.-Ed. Guillaume,
Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.

Vigouroux (E.), *Professeur au lycée d'Auch.* — **Le Silicium et les Siliciures métalliques.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *1 vol. in-8° de 115 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1896.

La chimie minérale, un peu délaissée pendant quelque temps, reprend aujourd'hui un nouvel essor. Les beaux travaux de M. H. Moissan, en conduisant à des modes d'action plus énergiques que ceux que l'on employait d'ordinaire, permettent d'obtenir une foule de réactions nouvelles et imposent l'obligation de nouvelles recherches sur la plupart des éléments.

M. Moissan a lui-même indiqué la marche à suivre dans sa magistrale étude sur le bore ; M. Vigouroux entre dans cette voie en présentant une nouvelle monographie du silicium et des siliciures métalliques.

Le silicium amorphe est préparé, d'après Berzelius, en faisant réagir les métaux alcalins sur le fluosilicate de potassium ; l'étude analytique des produits ainsi obtenus a d'abord montré à M. Vigouroux que ce n'étaient pas des corps simples ; ils contiennent, en particulier, différents siliciures d'hydrogène, de potassium, de fer, etc., qui masquent complètement les propriétés du silicium. M. Vigouroux s'est proposé de chercher à préparer le silicium sans passer par l'intermédiaire de composés chlorés ou fluorés et de faire agir directement les réducteurs sur la silice ; il a réussi à effectuer cette réduction par l'aluminium en chauffant vers 800° un mélange de silice et d'aluminium pulvérisés. Le produit traité par l'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique et enfin l'acide fluorhydrique donne finalement du silicium amorphe. La réaction réussit également avec du magnésium, ainsi que l'avaient déjà signalé MM. Gattermann et Winckler. En étudiant soigneusement cette réaction, M. Vigouroux est arrivé à définir d'une façon précise les conditions qui permettent d'obtenir sûrement du silicium amorphe pur en quantités importantes ; il recommande finalement de chauffer un mélange en proportions équivalentes de silice et de magnésium en poudre, purs et bien secs, en additionnant d'un peu de magnésie, bien décarbonatée et sèche, pour amortir la réaction qui se produit à 540°.

Le produit lavé aux acides chlorhydrique, fluorhydrique et sulfurique donne une poudre amorphe contenant de 99,4 à 99,6 de silicium.

L'étude des procédés de préparation du silicium cristallisé a conduit également M. Vigouroux à définir des méthodes qui donnent du silicium pur avec de bons rendements ; il signale, en particulier, la réduction du fluorure double de silicium et de potassium par l'aluminium, ou par un mélange d'aluminium et de zinc ; ces deux procédés permettent d'obtenir le silicium cristallisé, en partant des composés fluorés, dans des fours dont la température ne dépasse pas 1000°, bien que la réduction de la silice par l'aluminium ou le magnésium soit possible à ces températures, cette réaction ne peut servir à obtenir le silicium cristallisé qui ne se sépare facilement que dans une masse liquide ; il faut donc, dans ce cas, porter la masse à une température très élevée, susceptible de fondre la silice ; c'est ce que permet de réaliser facilement le four électrique de M. Moissan. Grâce à l'emploi de cet appareil, M. Vigouroux a pu obtenir le silicium cristallisé en réduisant la silice par l'aluminium et variant les conditions de chauffe de façon à produire la cristallisation soit par dissolution, soit par fusion, soit par distillation.

Les propriétés chimiques du silicium amorphe pur et du silicium cristallisé sont absolument identiques ; les différences signalées jusqu'ici doivent donc être attribuées à l'influence des impuretés contenues dans le silicium amorphe. Le silicium sous ses deux formes est inattaquable par les acides, même par l'acide fluorhydrique : il brûle avec éclat dans le fluor, le chlore, le brôme, le soufre, l'oxygène ; bien que l'on ait signalé que ce dernier corps n'agit pas sur le silicium cristallisé, M. Vigouroux trouve que la combustion se produit avec un éclat éblouissant dès la température de 400° aussi bien pour le silicium cristallisé que pour le silicium amorphe.

Cette première partie du travail de M. Vigouroux se termine par un chapitre relatif à l'analyse et au dosage du silicium ; il ne faut pas oublier que c'est par suite du manque total d'analyses que l'on a pu étudier des produits très différents sous le nom de silicium et attribuer ainsi à cet élément des propriétés si variables.

Une deuxième partie est consacrée à l'étude de l'action du silicium sur les métaux. Les uns, comme les métaux alcalins, le zinc, l'aluminium, le plomb, l'étain, l'antimoine, le bismuth, l'or et l'argent ne semblent pas donner de combinaison définie avec le silicium. Parmi les autres métaux, plusieurs donnent des siliciures cristallisés. M. Vigouroux indique la préparation et les propriétés des corps suivants : Siliciure de magnésium, siliciures de nickel et de cobalt, $SiNi^2$ et $SiCo^2$, siliciure de manganèse $SiMn^2$, siliciure de cuivre $SiCu^2$, siliciure de platine $SiPt^2$. La formule générale des siliciures métalliques connus est donc SiM^2, M étant un élément divalent. Certains de ces siliciures dissolvent le silicium, et un tel mélange, attaqué par un acide, donne à la fois du silicium cristallisé et de la silice provenant du silicium combiné ; il y a là une propriété intéressante à rapprocher de celle du carbone qui, dans la fonte, par exemple, se trouve à la fois à l'état de graphite et de carbure de fer.

Telles sont les grandes lignes du travail de M. Vigouroux ; on voit que, bien qu'il soit relatif à un corps simple dont l'étude avait occupé des chimistes éminents, il contient un grand nombre de faits nouveaux et importants.

G. Charpy,
Docteur ès sciences.

3° Sciences naturelles.

Bourne (Gilbert C.), *Fellow of New College à Oxford.* **On the structure and affinities of Heliopora cœrulea Pallas, with some observations on the structure of Xenia and Heteroxenia.** — *1 brochure in-4° de 30 pages avec 4 planches. Extrait des Philosophical Transactions of the Royal Society of London, vol.* 186. *Dulau and C°*, 37, *Soho square. Londres*, 1896.

L'*Heliopora* est un Alcyonaire du Pacifique, qui présente un intérêt particulier, parce qu'il est le seul type actuel possédant un squelette lamelleux solide. Les polypes sont reliés entre eux par un réseau superficiel de canaux endodermiques qui donnent aussi naissance à un certain nombre de cæcums (*cæcums du cœnenchyme*) qui plongent à angle droit dans l'épaisseur de la colonie. Le tissu calcaire est déposé autour de la partie interne des polypes, des cæcums du cœnenchyme et du réseau superficiel, par l'intermédiaire de grandes cellules, les *calycoblastes ;* ces cellules dérivent de l'ectoderme et émigrent dans les tissus internes de la colonie ; chez d'autres Alcyonaires, au lieu de former un squelette compact, ces cellules sont encore plus dissociées et forment des spicules distincts dans l'épaisseur de la mésoglée.

M. Bourne propose de diviser les Alcyonaires tabulés en deux groupes : dans le premier, chaque corallite a une paroi propre et distincte, et même, si les corallites deviennent contigus, cette distinction primitive n'est pas perdue : ce sont les *Autothecalia*, dont le *Tubipora* nous fournit un exemple actuel. Dans le second groupe, les parois des calices ne sont plus séparées ; les pièces formant les parois de chacun d'eux appartiennent également aux tubes adjacents : ce sont les *Cœnothecalia*, représentés par *Heliopora* et de nombreuses formes fossiles (*Chætetidés* et peut-être *Monticulipora*).

L. Cuénot.
Chargé de Cours à la Faculté de Nancy.

Edinger (Prof. Dr Ludwig), *Médecin à Francfort-sur-le-Mein.* — **Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane des Menschen und der Thiere** (*Leçons sur la structure des organes du système nerveux central de l'Homme et des Animaux*). *5me édition très augmentée.* — *1 vol. in-8° de* 386 *pages et* 258 *figures. Leipzig, F.-C. W. Vogel*, 1896.

Ce livre est bien le premier essai général d'anatomie comparée du système nerveux central. Toutefois, le système nerveux des Mammifères, et, en particulier, celui de l'homme, demeure la partie la plus étendue de ce grand ouvrage, destiné, dans cette cinquième édition comme dans la première, aux médecins et aux psychologues. Connaître le cerveau, le connaître toujours mieux, depuis ses origines jusqu'au moment de l'évolution actuelle de la vie sur cette Terre, que nous traversons avec lui, voilà la fin de toute science de l'homme. Nous signalerons, entre beaucoup d'additions de même nature, une série complète de coupes sériées du cerveau, qui sera fort utile pour la pratique des dissections. La physiologie tient plus de place aussi dans cette édition que dans les précédentes. Mais tout Edinger est dans l'anatomie et la psychologie comparées. S'appuyant sur ses recherches originales, poursuivies depuis tant d'années, et avec un rare succès, Edinger résume tout ce qu'il est possible de savoir et d'écrire aujourd'hui, avec quelque sûreté, touchant la structure et le développement du système nerveux central, dans toute la série des Vertébrés. Pour le détail des faits, on devra recourir aux mémoires spéciaux de ce savant. Mais il a surtout « illustré » son sujet : une centaine de figures nouvelles sont consacrées à l'anatomie comparée. Surprendre, comme à l'état naissant, les premières formes organiques des fonctions primordiales de la vie psychique, suivre leurs variations au cours de l'évolution, dans le temps et dans l'espace, voilà la pensée mère d'où est sorti tout ce grand labeur.

Ainsi, après le ganglion de l'habénule et le système de l'opticus, il n'existe aucune partie du cerveau qui se présente avec la même constance et la même conformité que l'appareil olfactif. Les caractères essentiels et fondamentaux de la structure de cet appareil ont été bien établis, en ces dernières années, par S. Ramon y Cajal, van Gehuchten, Kölliker, Edinger lui-même. Mais on n'avait guère pris garde à un fait que l'anatomie comparée rend, en quelque sorte, manifeste, et dont la portée est très grande pour la physiologie et la psychologie, je veux dire l'influence que le cerveau antérieur peut exercer directement sur les centres inférieurs. Or, cette influence varie avec les diverses classes d'animaux. Chez les Batraciens, le cerveau antérieur n'est relié qu'avec le cerveau intermédiaire ; chez les autres Vertébrés, avec le cerveau moyen en outre ; chez les Mammifères, avec la moelle épinière. A défaut d'une voie directe connue entre le cerveau et le cervelet, ces deux organes peuvent s'unir, chez des Mammifères, par la voie du noyau de la calotte et des masses nerveuses du pont de Varole. Quant au manteau cérébral lui-même, au pallium, personne n'en avait encore écrit une histoire ancienne aussi complète.

Depuis son origine chez les Poissons osseux jusqu'à l'organe énorme des hémisphères de l'homme, le développement si extraordinaire de cette province du névraxe peut être suivi dans le livre d'Edinger. Car, si le corps strié et l'appareil olfactif, aussi bien, d'ailleurs, que la moelle épinière, le cervelet et le cerveau moyen, ne présentent, dans la série, que des différences peu es-

sentielles, il n'en est pas de même de cette écorce cérébrale. « Je ne connais, dit Edinger, aucune autre partie du cerveau qui, si l'on remonte toute la série animale, présente de beaucoup des changements aussi considérables que l'écorce cérébrale, qu'elle ait évolué ou involué, et, comme l'existence de certaines fonctions psychiques supérieures est attachée à cette écorce », on conçoit l'intérêt très élevé avec lequel on suit l'auteur dans le domaine de l'anatomie comparée. Formé chez quelques Vertébrés inférieurs (Poissons osseux), dans sa plus grande partie, d'une simple couche de cellules épithéliales, membrane qui se plisse déjà chez les Cyclostomes, ce n'est que chez les Sélaciens, les raies, les squales, que le manteau se développe, et que les parties antérieures, aussi bien que les régions latérales, prennent même un développement énorme. Chez les Sélaciens, le manteau « frontal », c'est-à-dire la partie antérieure du cerveau, est toutefois seule de nature nerveuse; suivant les espèces, des régions plus ou moins grandes de la portion postérieure n'ont plus la simple structure épithéliale. Mais, à partir des Amphibiens, on constate toujours l'existence d'un pallium qui, dans la plus grande partie de son étendue, est de nature nerveuse. Quant au cerveau des Vertébrés supérieurs, il se distingue de celui des Poissons osseux et des Ganoïdes par quelque chose de très essentiel : il n'est plus purement épithélial, nous venons de le rappeler ; il est constitué par de nombreuses cellules nerveuses, d'où sortent des prolongements, des faisceaux de projection, et autour desquelles s'arborisent les terminaisons de cylindraxes ascendants. C'est bien, dit Edinger, le substratum d'un appareil nerveux. Encore rudimentaire chez les Amphibiens, il apparaît, pour la première fois, chez les Reptiles, sous l'aspect d'une écorce cérébrale véritable. Le pallium tout entier s'est transformé en substance nerveuse cérébrale; seule, la région la plus postérieure du cerveau antérieure conserve, comme toile choroïde, son ancien caractère de membrane purement épithéliale. Tel est le manteau chez les Amphibiens et les Reptiles, chez les Oiseaux et les Mammifères.

Ces études d'Edinger, sur l'anatomie comparée des différentes régions du névraxe et du cerveau en particulier, dans la série animale, forment, selon nous, le plus sûr fondement de ce qu'il est possible de savoir touchant l'histoire de la vie cérébrale sur cette planète.

Jules Soury,
Maître de Conférences à l'Ecole pratique des Hautes-Études (Sorbonne).

Joteyko (J.). — **La Fatigue et la respiration élémentaire du muscle.** — 1 *brochure in-8° de 60 pages avec figures. Ollier-Henry, éditeur. Paris*, 1896.

4° Sciences médicales.

Ehlers (Dr Edward), *de Copenhague.* — **L'Ergotisme.** — 1 *vol. in-16 de 164 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.*) *G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris*, 1896.

Avec un esprit critique, humoristique et juste, l'auteur fait, dans un avant-propos, la part des faux espoirs que donnent les nouvelles découvertes médicales et celle des bienfaits indéniables qu'elles ont déjà apportés à l'humanité. Il s'élève contre l'aisance avec laquelle on publie chaque jour des cas pathologiques nouveaux, uniques ou rares, sans se demander s'ils n'auraient pas été observés déjà. Il voudrait que la rubrique « Diagnosis incerta » fût plus souvent employée en attendant mieux.

Parmi les affections que la médecine ancienne et médiévale désignait sous les noms de feu sacré, feu de Saint-Antoine, il faut probablement ranger l'ergotisme. Diverses épidémies observées au Moyen-Age semblent pouvoir être attribuées à l'ergot de seigle; mais rien n'est certain, car dans les temps éprouvés, quand la famine sévit, toutes les maladies pestilentielles et infectieuses ont le champ libre. Toutes ne peuvent être attribuées à une alimentation vicieuse et les descriptions cliniques des contemporains sont souvent trop confuses pour qu'on puisse faire un diagnostic rétrospectif certain. Ce ne fut qu'à la fin du XVIe siècle (1580, 1587, 1592) qu'éclata une épidémie qu'on peut à coup sûr qualifier d'ergotisme. Le blé fut alors directement incriminé. Thuillier père, en 1630, assista à la peste de Sologne et la décrivit. Celle-ci, due au seigle ergoté, produisait des gangrènes. La démonstration expérimentale en fut faite à cette époque. Les animaux nourris avec du grain suspect reproduisirent cette même maladie et moururent. En 1673, Dodart, envoyé par l'Académie, étudia cette peste que Thuillier avait décrite. La maladie se manifestait par de l'engourdissement, des douleurs et de l'œdème des membres inférieurs. Puis, après des frissons, les membres attaqués se gangrenaient et tombaient d'eux-mêmes. Les extrémités, les doigts, les mains, les pieds, le nez, des membres entiers subissaient l'amputation spontanée. Les grains de seigle ergoté (ergot en Sologne, bled cornu en Gâtinais) furent analysés par Bourdelin en 1674. Au XVIIIe siècle, il y eut diverses épidémies en Europe. Celle des cantons de Lucerne, Berne, Zurich, en 1716, fut étudiée par Lange avec un soin particulier. Noël (d'Orléans) fit un rapport détaillé sur l'épidémie de Sologne de 1710. Le Comte et Gassoud, médecins de l'abbaye Saint-Antoine du Viennois, donnèrent des relations de gangrènes suivies de chute des membres chez des gens du Dauphiné. M. Ehlers donne la description de Duhamel et Boucher avec sa division en quatre périodes. Un malaise général, une prostration entrecoupée de rêves terrifiants, une agitation continuelle, des douleurs vagues, des mouvements involontaires, des spasmes, des crampes marquent le début du mal, la première période. Puis l'engourdissement avec des douleurs poignantes dans les membres qui, plus tard, seront frappés de gangrène, annoncent la deuxième période. En même temps apparaissent des signes généraux : anorexie, surélévation et affaiblissement du pouls, frissons. La troisième période est caractérisée par l'aggravation de la douleur, une sensation de froid glacial, une rougeur érysipélateuse, puis la lividité du membre atteint, dont la peau se ride et s'atrophie. Enfin, à la quatrième période, le membre gangrené devient insensible, noir, dur, comme desséché au feu. Un sillon d'élimination se creuse et le membre se détache sans hémorrhagie. Quand la guérison doit avoir lieu, des fourmillements apparaissent dans le membre engourdi qui, peu à peu, récupère sa vitalité.

M. Ehlers rapporte la plupart des épidémies d'ergotisme observées au XVIIIe et au XIXe siècles. Actuellement ce sont la Russie et l'Espagne qui sont le plus éprouvées. L'ergotisme disparaît de l'Occident où la culture se perfectionne et où la manutention des grains est mieux conduite.

La deuxième partie du livre est très intéressante au point de vue étiologique, car l'auteur s'efforce de démontrer que certaines maladies telles que l'acrodynie, la maladie de Maurice Raynaud (asphyxie symétrique des extrémités) et l'érythromélalgie ne sont que des formes de l'Ergotisme. Le chapitre qui traite de la maladie de Raynaud est une critique sévère et la négation de l'existence même de cette maladie. M. Ehlers, reprenant une à une les observations du mémoire de Raynaud, montre qu'elles sont toutes entachées d'ergotisme.

Ce livre, relatif à des accidents relativement rares et dont l'origine est plus souvent encore méconnue, est rempli de documents intéressants. A cause des questions étiologiques qu'il soulève et qui y sont débattues avec une fougue entraînante, l'ouvrage de M. Ehlers doit retenir l'attention des cliniciens et des hygiénistes.

Dr A. Létienne.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 Décembre 1896.

L'Académie ayant à désigner deux candidats à la place de membre artiste, actuellement vacante au Bureau des Longitudes, présente en première ligne M. **P. Gautier**, en deuxième ligne, M. **Fenon**.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Bigourdan** donne les détails de construction et la théorie de son nouveau micromètre à double image; ce petit instrument a donné les meilleurs résultats pour la mesure des petits diamètres, mais il peut être employé pour dédoubler l'image d'une étoile, et il permet de suivre ainsi, à toute heure du jour, l'état si variable des images des astres. — M. **H. Poincaré** indique une forme nouvelle des équations du problème des trois corps; le changement de variables par lequel elle s'obtient, n'altère pas la forme canonique des équations, ni la forme des intégrales des aires: la forme de la fonction perturbatrice est aussi simple que dans les autres cas. — M. **E. Picard** généralise les propriétés d'une classe de transcendantes nouvelles qu'il avait étudiée antérieurement. — M. **Emile Borel** applique sa méthode de recherche des singularités d'une fonction sur son cercle de convergence, aux séries de Taylor, et énonce quelques théorèmes intéressants. — M. **J. Le Roux** étudie spécialement une équation linéaire aux dérivées partielles du second ordre :

$$\frac{d^2z}{dxdy} - \frac{1}{x-a}\frac{dz}{dx} + \frac{z(x)}{x-a}\frac{dz}{dy} = 0,$$

dont il signale quelques propriétés intéressantes. — M. **G. di Pirro** recherche directement quels sont les cas de mouvement dont les équations différentielles admettent des intégrales homogènes quadratiques orthogonales, par rapport aux vitesses, et généralise les résultats obtenus par M. Stäckel dans ce domaine. — M. **Appell** fait remarquer que les conclusions de M. di Pirro doivent être rapprochées de celles formulées par M. Lévi Civita. — M. **P. Bonytand** adresse un mémoire sur les chutes des cours d'eau en pays de plaines.

2° Sciences physiques. — Dans l'hypothèse que les rayons cathodiques sont constitués par un transport de molécules chargées négativement, et que le champ électrique est négligeable dans l'espace considéré, M. **Colard** montre qu'un rayon cathodique se propageant dans un champ magnétique, s'infléchit de façon à prendre la forme d'équilibre d'un conducteur parfaitement flexible, portant le même courant. — M. **Vaschy** signale quelques erreurs admises comme vérités en électromagnétisme, et provenant d'une fausse application du principe de la conservation de l'énergie. — M. **R. Metzner** montre, par des calculs thermochimiques, que la formation de l'anhydride sélénique à partir de l'acide sélénieux et de l'oxygène, est de nature endothermique, ce qui explique qu'on n'ait pu jusqu'ici réussir à isoler ce corps. — M. **A. Hollard** termine la description de son procédé d'analyse électrolytique du cuivre industriel; il indique comment s'opère le dosage de l'arsenic, de l'antimoine, du soufre et des métaux étrangers. — M. **L.-A. Hallopeau**, en dissolvant l'hydrate antimonique dans une solution bouillante de paratungstate de potasse, a obtenu de l'antimoniotungstate de potasse, de formule :

$$4TuO^3,\ 3Sb^2O^5,\ 3K^2O + 16H^2O;$$

le sel d'argent, de formule semblable, donne, après traitement par l'acide chlorhydrique, l'acide antimoniotungstique, de formule :

$$4TuO^3,\ 3Sb^2O^5,\ 3H^2O + 8H^2O.$$

— M. **G. Chesneau** a trouvé que les polysulfures alcalins, saturés de soufre à froid, donnent, dans les sels cobalteux un persulfure noir, de composition Co^2S^7, insoluble dans les monosulfures alcalins, soluble, au contraire, dans ces sulfures saturés de soufre. Les sels nickeleux donnent, dans les mêmes conditions, un persulfure noir paraissant correspondre à celui de cobalt, mais, à l'inverse de ce dernier, à peine soluble dans le polysulfure sodique, et, au contraire, notablement soluble dans le monosulfure. — MM. **F. Bordas** et **Sig. de Raczkowski** indiquent un nouveau procédé de dosage de la glycérine, basé sur les colorations qui se produisent lorsqu'on oxyde ce corps par l'acide sulfurique et le bichromate de potasse. — M. **R. Lespieau**, en distillant un mélange d'anhydride phosphorique et de dibromhydrine symétrique de la glycérine, a obtenu de l'épidibromhydrine β, de formule :

$$CHBr = CH - CH^2Br;$$

ce dernier composé donne un alcool :

$$CHBr = CH - CH^2OH,$$

et un acide bromopropénoïque :

$$CHBr = CH - CO^2H.$$

3° Sciences naturelles. — M. **L. Ranvier**, étudiant le développement des ganglions lymphatiques, montre qu'ils sont constitués d'abord par un angiome lymphatique simple, qui devient plus tard un angiome caverneux. — M. **Ch. Bouchard** a appliqué les rayons Röntgen au diagnostic de la tuberculose pulmonaire; les lésions tuberculeuses portent ombre, tandis que le reste du poumon apparaît en clair. — **S. A. Albert Ier**, prince de Monaco, communique les résultats de la troisième campagne scientifique de la *Princesse-Alice*. — M. **Jules Richard** décrit l'appareil qui lui a servi, pendant la dernière campagne de la *Princesse-Alice*, à démontrer que la quantité des gaz dissous dans les grandes profondeurs de la mer est indépendante de la pression. — M. **Martin Knudsen** communique ses recherches démontrant l'influence du plankton sur les quantités d'oxygène et d'acide carbonique dissous dans l'eau de mer. — M. **Ginestous** signale une pluie rouge tombée à Bizerte, le 4 novembre 1896. L'examen microscopique des résidus laissés par cette pluie y a fait constater l'existence de quelques squelettes de rhizopodes et de diatomées, mais l'ensemble de la masse était presque entièrement de nature minérale. — MM. **Mairet** et **Vires** démontrent qu'à côté de propriétés coagulatrices, le foie a des propriétés toxiques; on les sépare facilement les unes des autres par la chaleur, qui produit un précipité et un filtratum. Le précipité renferme les propriétés coagulatrices, le filtratum les propriétés toxiques. — M. **L. Cuénot** a constaté que, chez la *Paludina vivipara* L., les amibocytes se produisent par germination des globules libres qui circulent dans le sang; par contre, la Paludine possède un organe phagocytaire, qui est la glande de l'oreillette. — M. **Auguste Michel** établit que, chez les Annélides, le bourgeon de régénération caudale a une origine ectodermique, c'est-à-dire que de la prolifération de l'épiderme naît un tissu *indifférent*, qui se différencie ultérieurement. — M. **S. Jourdain** a étudié le Rouget et démontre qu'il ne représente pas la larve hexapode du *Trombidium holosericeum;* la larve de ce dernier présente, en effet, des différences sensibles

avec le Rouget. — M. R. Quinton cherche à démontrer que les différents modes de reproduction qu'on observe dans l'échelle animale, sont la conséquence immédiate du refroidissement du globe, et que ce refroidissement est une cause primordiale d'évolution. — M. J. Laborde établit que la casse des vins est due à un champignon, le *Botrytis cinerea*, lequel secrète la diastase oxydante qui produit la décoloration; cette diastase est détruite par la chaleur. — M. Leclerc du Sablon a étudié la formation des réserves non azotées de la noix et de l'amande. La quantité d'acides gras est beaucoup plus grande au commencement du développement qu'à la fin. Le glucose, en quantité notable dans les graines jeunes, disparaît dans les graines mûres. Le saccharose, ainsi que les amyloses, augmentent d'une façon continue jusqu'à la maturité. — MM. L. Ravaz et G. Gouirand ont étudié l'action d'un grand nombre de substances sur la germination des spores de Black Rot. Les bouillies alcalines ont une action immédiate plus rapides que les bouillies un peu acides.

Séance du 21 Décembre 1896.

Séance publique annuelle. Après une allocution de M. A. Cornu, l'Académie décerne les prix dont elle dispose pour 1896. — M. M. Berthelot lit une notice historique sur Ernest-François Mallard.

Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 15 Décembre 1896.

Séance publique annuelle pour 1896. M. Cadet de Gassicourt lit le rapport général sur les prix décernés en 1896. — M. Motet prononce l'éloge de Lasègue.

Séance du 22 Décembre 1896.

L'Académie procède à l'élection de son bureau pour 1897. Le vice-président de l'année 1896, M. Caventou, devient de droit président pour l'année 1897. M. Jaccoud est élu vice-président. M. Cadet de Gassicourt est maintenu, par acclamation, secrétaire annuel. — M. Heurteaux (de Nantes) communique une observation de myo-fibrome de l'utérus à pédicule tordu, qui provoquait des crises très douloureuses ; il fut enlevé et la malade guérit complètement. — M. Kelsch étudie les maladies qu'on a qualifiées d'essentiellement contagieuses : les fièvres éruptives. Là aussi la contamination ne peut arriver à expliquer complètement les faits observés: ces maladies, outre qu'elles subissent l'influence des saisons, offrent dans le peuple de larges oscillations qui embrassent une période longue de plusieurs années, durant laquelle leur niveau s'élève et s'abaisse alternativement; la cause de ces oscillations est due à un facteur encore inconnu. — M. le Dr Calot (de Berck-sur-Mer) lit un mémoire sur les moyens de corriger les bosses du mal de Pott (d'après 37 opérations) et sur le moyen de les prévenir.

Séance du 29 Décembre 1896.

M. Railliet est élu membre titulaire dans la IXe section (Médecine vétérinaire). — M. J. Bergeron donne lecture des discours qu'il a prononcés au Jubilé de M. Th. Roussel et à la cérémonie de la translation des cendres de Pasteur. — M. J. Laborde présente un nouvel appareil dû à M. Dussaud (de Genève), le *microphonographe*. Il est destiné à amplifier, dans la mesure que l'on veut, les sons recueillis sur un phonographe, de façon à les faire entendre aux sourds. — En réponse à une demande du Dr Gueneau, M. Charpentier demande la substitution de l'emploi du lait stérilisé à celui du lait cru ou bouilli dans l'alimentation des enfants du premier âge. — M. Panas fait l'histoire du traitement chirurgical de la myopie. L'extraction du cristallin transparent semble être le meilleur moyen de traitement de la myopie forte où les verres ne peuvent être employés. — MM. Poncet, E. Destot et L. Bérard (de Lyon) présentent leurs études sur les circulations artérielle et veineuse du rein, qu'ils ont étudiées au moyen des rayons de Röntgen et du stéréoscope. — M. le Dr Garnault lit un mémoire sur le traitement chirurgical de la surdité.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 27 Novembre 1896.

M. Hanriot a isolé du sang un ferment soluble, la lipase, qui dédouble les graisses en glycérine et acides gras. On peut facilement caractériser la lipase par son action sur la monobutyrine de la glycérine. Le sang, le pancréas et le foie renferment seuls de la lipase qui a, ainsi que l'a montré M. Hanriot, la curieuse propriété de saponifier un grand nombre de corps gras. — M. Darzens montre qu'en rapportant l'entropie au poids moléculaire, elle prend la même forme pour tous les corps ayant des constitutions moléculaires semblables, à la condition de les comparer à des états également éloignés du point critique. Il en déduit la formule de Van der Wals pour la chaleur latente :

$$\frac{\mu\lambda}{T\lambda} = f\left(\frac{T}{T_c}\right).$$

M. Blaise, dans le but d'identifier l'acide diméthylglutarique provenant de l'oxydation de l'acide camphol énique, a préparé les deux acides 2, 2 et 2, 3 diméthylglutarique. On obtient le nitrile du premier par l'action du cyanure de potassium sur l'isocaprolactone; l'acide correspondant fond à 118°, son dérivé phénylamidé à 141°,5, son anile à 95°-96°, son anhydride bout à 240° — 250°. On prépare le second en faisant réagir le cyanure de potassium sur la 2, 3 diméthylbutyrolactone. Il fond à 82°-83°, son dérivé phénylamidé fond à 147°-148° et son anhydride bout à 275°-283°. Les constantes de cet acide permettent de l'identifier avec celui que l'on obtient en partant de l'acide camphol énique. — M. Tanret a observé qu'à 30°-40° des doses de nitrate d'ammoniaque de 0 gr. 50 à 0 gr. 75 pour 100 c. c. de liqueur de Raulin empêchent l'Aspergillus niger de fructifier. A 20°-22° des doses même plus élevées ne font que ralentir cette fructification. La vie mycélienne de ce champignon s'accompagne de deux phénomènes chimiques remarquables : les tissus de la plante s'imprègnent d'amidon, et l'on constate l'apparition d'acide nitrique dans le milieu de culture. La quantité d'acide nitrique ainsi formée peut atteindre 0,40 pour 100 c. c. L'Aspergillus, cultivé à la manière ordinaire et sporulant au bout de quelques jours, ne renferme pas d'amidon; l'auteur est parvenu à lui en faire élaborer en le cultivant sur des milieux divers : glycérine, arabinose, isodulcite, québrachite, inosite, glucose, lévulose. — M. Fernbach communique au nom de M. Perdrix un travail sur l'oxydation de quelques substances organiques par le permanganate en solution sulfurique. Avec les alcools polyatomiques et leurs dérivés, on n'obtient dans ces conditions que de l'acide carbonique et de l'acide formique. Le dosage des produits de l'oxydation a conduit à reconnaître que l'oxydation marche d'après la fonction oxydée. Chaque groupement fonctionnel s'oxydant d'après une équation bien déterminée, le dosage des produits de l'oxydation permettra dans certains cas de déterminer la nature d'une fonction d'un corps, les autres étant connues. — M. Joffre remet à la Société de la part de M. Stokla, de Prague, un exemplaire de la première partie de ses études chimiques et physiologiques sur les superphosphates. — M. Friedel présente une note de M. A. Berg sur le mode de formation de l'élatérine dans l'*Ecbalium elaterium*, une note de M. P. Bourcet sur le parabenzoyltoluène et un mémoire de M. Collet sur l'action des chlorures d'acides halogénés sur le benzène en présence du chlorure d'aluminium. — M. Maquenne présente une note de M. G. Paturel sur la composition chimique et la valeur agricole des scories de déphos-

phoration — M. Béhal présente une note de M. Senderens, sur un nouveau mode de combinaisons métalliques : alliages du cadmium avec l'argent et le cuivre, et une note de M. Weisberg sur la solubilité du sulfite de chaux dans l'eau pure et dans les liquides sucrés. — M. Lescœur a remis une série de notes sur le dosage alcalimétrique des différents métaux : aluminium, fer, cuivre, argent.

Séance du 2 Décembre 1896.

M. Lucas compare les méthodes de dosage du phosphore et du soufre dans le fer. — M. O. Ducru a observé un dépôt de bleu de Prusse dans un vinaigre de vin rouge décoloré avec du noir animal non lavé.

E. Charon.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 23 Novembre 1896.

1° Sciences mathématiques. — M. J. de Vries : *Démonstration géométriques de quelques théorèmes arithmétiques.* En évaluant de différentes manières le nombre des points dont les coordonnées rectangulaires s'expriment par des nombres entiers, et qui sont situés à l'intérieur d'un contour fermé ou dans une figure limitée par des surfaces, l'auteur arrive à plusieurs relations entre des fonctions numériques. — M. P. H. Schoute démontre douze théorèmes en rapport avec les cubiques circulaires et les quartiques bicirculaires. Voici les principaux résultats : 1° Il y a deux espèces de cubiques circulaires C^3 et de quartiques bicirculaires Q^4. Les courbes de première espèce se composent de deux branches distinctes (ovale et serpentine pour les C^3, deux ovales pour les Q^4); leurs quatre foyers réels sont concycliques et les douze foyers imaginaires se trouvent sur trois cercles, dont l'un à un rayon purement imaginaire. Les courbes de seconde espèce n'admettent qu'une branche unique (serpentine pour les C^3, ovale pour les Q^4); chacun de leurs foyers réels se trouve sur un des trois cercles d'Apollonius du triangle dont les trois autres foyers réels sont les sommets; les seize foyers se trouvent sur quatre cercles co-orthogonaux, dont deux sont imaginaires conjugués. 2° Les courbes C^3 qui mènent à la même configuration des quatre cercles co-orthogonaux dont chacun contient quatre foyers, forment un faisceau; deux courbes confocales de ce faisceau se coupent en sept ou en trois points sous un angle droit. 3° Les courbes Q^4 qui mènent à la même configuration des quatre cercles co-orthogonaux, forment un réseau; la courbe de Hesse de ce faisceau se compose de ces quatre cercles et de la droite à l'infini. — M. H. G. van der Sande Bakhuyzen présente un compte rendu sur l'état de l'Observatoire de Leyde de septembre 1894 à septembre 1896.

2° Sciences physiques. — M. H. A. Lorentz : *Sur l'entropie d'une masse gazeuse.* La fonction H, introduite par M. L. Boltzmann dans la théorie cinétique des gaz, à la propriété de tendre vers un minimum en vertu des chocs entre les molécules. Il est donc naturel d'admettre que H multiplié par un coefficient constant représente l'entropie. C'est ce qu'on vérifie aisément dans le cas d'un état stationnaire en comparant la valeur de H avec celle de l'entropie Pour élucider cette question, M. Lorentz considère un gaz qui, tout en changeant d'état, s'éloigne à chaque instant infiniment peu d'un état stationnaire. En calculant d'une manière directe la valeur de dH correspondante au temps dt, il trouve $2\,k\,dH = -3\,dQ$, — dQ étant la quantité de chaleur communiquée au gaz et k représentant l'énergie critique moyenne d'une molécule. Or cette dernière étant égale au produit de la température absolue et d'un facteur constant μ, il s'ensuit que l'entropie est représentée par $-\frac{2}{3}\mu H$. — M. H. Kamerlingh Onnes présente de la part de M. P. Zeeman un second travail se rapportant à l'influence du magnétisme sur la nature de la lumière émise par une substance. Par une expérience déjà référée (*Revue gén.*, t. VII, p. 1071) avec un tube chauffé, dans lequel on a introduit un morceau de sodium et qu'on a placé entre les pôles d'un électro-aimant, l'auteur a rendu extrêmement probable que l'action spécifique du magnétisme change la période de vibration des atomes. En poursuivant ces recherches, des considérations théoriques lui ont suggéré l'idée que le spectre de bandes ne changerait pas sous l'action de l'aimant. Et, en effet, le spectre de bandes de l'iode ne change pas sous l'action magnétique. Les considérations théoriques en question ont trait aux mesures du phénomène de Kerr. L'hypothèse des tourbillons moléculaires dans le champ magnétique, due à Maxwell et à Lord Kelvin, semble impliquer la nécessité d'une influence de l'électro-aimant. Cependant une explication véritable des phénomènes observés découle de la théorie électro-magnétique de M. Lorentz. Dans cette théorie les phénomènes électriques et optiques sont causés par les déplacements mutuels d'une multitude de petites particules à charges positives ou négatives, appelées « ions », contenues dans tous les corps pondérables. Or, il semble que, dans le champ magnétique, ces ions sont soumis à des forces mécaniques, précisément d'une nature à rendre compte des nouveaux phénomènes. Grâce à l'obligeance de M. Lorentz, l'auteur a pu développer cette idée; en outre M. Lorentz a remarqué que, cette explication étant vraie, il en résulte que les bords d'une ligne spectrale, élargie sous l'influence du magnétisme, devront être polarisés circulairement, l'observateur étant placé dans la direction des lignes de force. Avec une lame quart d'onde et un nicol on a pu constater qu'en effet dans ces cas les bords de la ligne magnétisée sont polarisés circulairement. Ainsi l'on peut dire que le phénomène de la magnétisation des raies spectrales prouve directement l'existence des « ions » dont les vibrations sont la cause de la lumière. De la valeur de l'élargissement magnétique la théorie déduit le rapport entre la charge e d'un ion et sa masse m. D'une mesure encore provisoire il résulte que le quotient $\frac{e}{m}$ est de l'ordre de grandeur 10^7. — Ensuite M. Kamerlingh Onnes offre de la part de M. L. H. Siertsema un travail « sur les coefficients de température des anéroïdes de M. Naudet ». Dans la littérature du sujet on ne trouve que de vagues indications sur les causes de la grandeur assez considérable des coefficients de température des anéroïdes; ordinairement on en mentionne trois: 1° Par la chaleur les diverses parties de l'instrument se dilatent; notamment la surface de la boîte vide s'accroît, de manière que la pression de l'air augmente. 2° En même temps les coefficients d'élasticité des métaux dont se composent la boîte et le ressort diminuent; par là la flexion augmente. 3° L'air contenu dans la boîte sensiblement vide a une action opposée. M. Siertsema donne une critique de ces considérations. Il trouve que la première cause est presque ineffective, qu'au contraire les deux autres ont plus d'influence. Ses considérations théoriques s'accordent avec les expériences de MM. Mayer, Jelinek, Hartl. — M. J. D van der Waals présente, au nom de M. J. D. van der Waals jr., une communication intitulée « Quelques observations touchant la loi des états correspondants ». Pour contrôler cette loi on peut utiliser les recherches de M. Battelli sur la densité de l'éther, du sulfure de carbone et de l'alcool à diverses températures et sous la pression de leur vapeur saturée. Il est vrai, Battelli lui-même introduit la température réduite, mais c'est dans des formules empiriques, de sorte qu'il s'agit de contrôler, non pas la loi des états correspondants, mais ces formules empiriques. Il donne e. a. la formule $\delta = c\,(a' + b'm + c'm^2)$, où c représente mille fois la densité critique. Les valeurs qu'il donne à cette quantité diffèrent de 20 % de celles que d'autres savants ont trouvées. Il n'explique, ni com-

ment il les a fixées, ni comment il a trouvé les valeurs de a', b', c'. Or, en vertu de la loi des états correspondants, ces constantes doivent être les mêmes pour toutes les matières. Néanmoins M. Battelli leur attribue des valeurs toutes différentes et encore ces valeurs ne satisfont pas à la condition que pour $m = 1$ la tenue entre parenthèses ait la valeur de 0, 001. Pour l'éther il donne $\delta = 207,5\ (0,00089 + 0,00917\ m - 0,0757\ m^2)$; pour $m = 1$, il en résulte pour le second facteur de δ la valeur 0,00249. Pour contrôler au contraire la loi des états correspondants au moyen des recherches de M. Battelli, l'auteur dresse un tableau synoptique, où figurent les rapports des densités des trois matières prises à des températures correspondantes. En vertu de la loi des états correspondants, ces rapports doivent être constants. Entre les températures de 0° et de 235° pour l'alcool la plus grande différence entre les rapports des densités de C_2H_5OH et $(C_2H_5)_2O$ est de 6 %. Les résultats des expériences de Young (*Proc. phys. Soc. of London*, t. XI, fasc. 3, mars 1892) font voir qu'il n'y a qu'une différence réciproque de 4 %, quant à cette quantité pour les mêmes matières, tandis que, à la même température, la plus grande différence entre les rapports de Young et ceux de Battelli ne surmonte pas 3 %. De CS_2 et de $(C_2H_5)O$ les rapports des densités diffèrent à peu près $7\frac{1}{2}$ %. Dans son travail cité, M. Young fait remarquer qu'il existe une grande différence entre les rapports des points d'ébullition et ceux des volumes moléculaires de l'état liquide, quand les pressions des deux matières se correspondent l'une l'autre, et il y ajoute qu'ils devraient être égaux, si les généralisations de Van der Waals représentaient toute la vérité. Toutefois cette remarque n'est pas juste. En désignant les grandeurs qui se rapportent aux deux matières par les indices 1 et 2, on a, si les pressions sont correspondantes,

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_2}{T_2} \cdot \frac{V_{k_1}}{V_{k_2}} \cdot \frac{T_{k_2}}{T_{k_1}}.$$

Le tableau suivant montre jusqu'à quel point il est satisfait à cette relation.

	C_6H_5Cl	C_6H_5Br	C_6H_5I	C_6H_6	CCl_4	$SnCl_4$	$(C_2H_5)_2O$	CH_3OH	C_2H_5OH	C_3H_7OH	CH_3COOH
a.....	1,13	1,20	1,29	0,986	0,992	1,0625	0,84	0,96	0,99	1,03	1,09
b.....	1,13	1,192	1,29	0,937	1,022	1,292	1,0445	0,458	0,663	0,864	0,6464
c.....	1,1246	1,18	1,277	0,944	1,02	1,28	1,034	0,423	0,615	0,80	0,634
d.....	1,137	1,189	1,282	0,946	0,993	1,282	1,038	0,507	0,676	0,859	0,593
e.....	1,133	1,192	1,289	0,948	1,021	1,292	1,038	0,437	0,617	0,805	0,630

Dans ce tableau la ligne *a* fait connaître les rapports des points d'ébullition d'après Young, la valeur du rapport $\frac{V_1}{V_2}$ d'après les valeurs des quantités critiques déterminées par Young, *c*, le rapport des volumes moléculaires à l'état liquide, *d*, le même rapport pour l'état de vapeur et *e*, celui des volumes moléculaires critiques. Les nombres du tableau représentent les moyens des quantités mentionnées, tirées d'un grand nombre d'expériments, par rapport aux valeurs de ces quantités pour C_6H_5F comme unités. La température et la pression de C_6H_5 ont été variées de 272°,25 à 559°,55 et de 20 à 339,12 millimètres. Aussi M. Grätz tire une conclusion moins juste des expériences de Young. Il croit que Young donne les rapports des volumes réduits et des températures réduites, ce qui le mène au résultat que tous ces rapports devraient être l'unité, en vertu de la loi des états correspondants. Au contraire M. Young donne les rapports des volumes et ceux des températures eux-mêmes, de manière que les rapports, loin d'être l'unité, doivent représenter ceux des quantités critiques. C'est pour faire ressortir ces résultats que la ligne *b* a été ajoutée au tableau. En vertu de la loi des états correspondants, les lignes *b*, *c*, *d*, *e*, doivent être égales. Il n'y a que les alcools et l'acide acétique qui montrent des déviations assez considérables. Mais, pour d'autres raisons, on supposait déjà dans ces matières l'association des molécules à l'état liquide. — M. H. Bakhuis Roozeboom présente la thèse de M. P. Jorissen.

3° Sciences naturelles. — M. J. Hamburger s'occupe de l'influence de la respiration sur le volume et la forme des corpuscules sanguins. En poursuivant son étude de l'influence de la respiration sur la perméabilité des corpuscules rouges du sang (*Revue Générale*, t. VII, p. 236 et 552), et les expériences de von Limbeck qui en forment une extension, l'auteur a trouvé que les corpuscules rouges et blancs se gonflent dans les capillaires sanguins des tissus et se rétrécissent dans ceux des poumons. Ce résultat, obtenu par des évaluations volumétriques, semble, en ce qui concerne les corpuscules rouges, être en contradiction avec celui de l'examen microscopique; en effet, dans le sang des tissus (sang veineux), les disques biconcaves se montrent plus petits que dans le sang sortant des poumons (sang artériel). Cela provient de ce que les corpuscules rouges, en se gonflant dans les tissus, ont la tendance de perdre leur forme biconcave et de devenir sphérique. Ce gonflement est attribué à l'influence de l'acide carbonique qui fait subir aux globules du sang un accroissement de force hydrophile plus considérable qu'au sérum ambiant. — M. C. A. J. A. Oudemans : Notices sur quelques champignons nouveaux. Description et diagnose latine des quatre nouvelles espèces *Oospora abietum*, *Chætostroma clivicæ*, *Plenodomus erythrinæ*, *Euryachora liberica*. — M. A. A. W. Hubrecht présente son travail « Die Keimblase von Farsius » (la vessie embryonnaire de Farsius). — Rapport sur son travail de M. I. H. F. Kohlbrugge intitulé : « Muskeln und periphere Nerven der Primaten, mit besonderer Berücksichtigung der Anomalien » (Les muscles et les nerfs périphériques des Primates, avec une étude particulière de leurs anomalies). — Rapport sur un travail de M. J. L. C. Schroeder van der Kolk « Bijdrage tot de Karteering onzer zandgronden. II (Contribution à la construction de cartes des terrains sablonneux, deuxième partie ; voir *Revue Générale*, t. VI, p. 87).

P. H. Schoute.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 3 Décembre 1896.

Sciences mathématiques. — M. Weineck communique vingt-cinq photographies agrandies de la Lune et donne la description des nouveaux détails qu'il y a découverts.

Séance du 10 Décembre 1896.

Sciences naturelles. — M. A. Weichselbaum envoie une note sur la résorption des bactéries dans les infections locales.

Paris. — Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17 *Le Directeur-Gérant :* Louis Olivier.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Solennités scientifiques

Le cinquantenaire académique de M. H. Faye. — Il y a eu, le 18 janvier dernier, cinquante ans que M. H. Faye a été élu membre de l'Académie des Sciences. A la séance ordinaire du 25 janvier, ses confrères lui ont fait, à cette occasion, une touchante et chaleureuse ovation. M. le Président Chatin s'est fait l'interprète des sentiments unanimes de la Compagnie en rappelant la longue carrière de travail et de gloire qui caractérise l'œuvre de l'illustre astronome. Ce discours a été couvert d'applaudissements.

Après la séance, l'Académie s'est réunie au Grand-Hôtel avec quelques invités pour fêter en un banquet ce jubilé scientifique.

La *Revue*, que M. Faye a, en diverses circonstances, honorée de sa collaboration, est heureuse de joindre ses hommages à ceux qu'adressent à l'éminent astronome les savants du monde entier.

§ 2. — Nécrologie

Emile du Bois-Reymond. — E. du Bois-Reymond, qui vient de mourir, était d'origine presque française. Son père, apprenti horloger à Neufchâtel, avait émigré à Berlin au commencement du siècle, et, grâce à son intelligence, s'était élevé au rang de professeur à l'Ecole des Cadets, et finalement à celui de Conseiller intime des cantons suisses annexés à la Prusse en 1814. Sa mère était d'une famille française, émigrée lors de la révocation de l'Edit de Nantes.

Né à Berlin le 7 novembre 1818, du Bois-Reymond passa toute sa jeunesse dans cette ville; il entra à l'Université vers Pâques 1837, et se fit inscrire pour l'étude de la Philosophie. Mais il raconte lui-même qu'il n'y prit aucun goût, et ayant, dans le courant de l'hiver suivant, assisté par hasard à une leçon de Mitscherlich sur la Chimie expérimentale, il fut si séduit par cette science qu'il se mit à suivre assidûment ces cours. En même temps, il étudia avec ardeur les Mathématiques et la Physique et se rendit à Bonn, où il fit entrer la Géologie dans le cercle de ses connaissances. De retour à Berlin, il se lia avec Hallmann, assistant à l'Institut anatomique de Jean Muller, qui le décida à étudier la Médecine. Bientôt, il connut Jean Muller lui-même, dont il devint le secrétaire en 1840, et lorsque, l'année suivante, Hallmann partit pour entrer chez Schwann, à Louvain, du Bois-Reymond le remplaça à l'Institut anatomique.

Matteucci venait de publier son « Essai sur les phénomènes électriques des animaux, 1840 ». Jean Muller chargea du Bois-Reymond de reprendre ces expériences et surtout de vérifier celles de Nobili sur le courant propre de la grenouille; c'est ce qui décida de sa carrière.

Il publia d'abord très rapidement dans les *Annales de Physique*, LVIII, un court mémoire « Sur le courant de la grenouille et les poissons électriques ». Ce travail ne fut pas remarqué, mais du Bois-Reymond s'était tellement passionné pour son sujet qu'il en rechercha l'histoire jusqué dans les temps les plus reculés, si bien que sa thèse de doctorat, datée de 1843, a pour titre : *Quæ apud veteris de piscibus electricis exstant argumenta.* Cependant, les recherches de laboratoire ne languissaient pas, le jeune expérimentateur avait beaucoup à faire : méthodes, instruments, appareils de mesure, tout était à créer. Du Bois-Reymond le fit avec une ingéniosité et une science remarquable, et on lui doit une foule d'appareils qui ont trouvé leur application dans la Physiologie et dans les recherches de Physique : myographe à ressort, chariot d'induction, électrodes impolarisables, rhéocorde, etc. Enfin, au bout d'un travail acharné de sept ans, parut le premier volume des « Recherches sur l'électricité animale ». En 1849, il publia le premier fascicule du tome II et la fin en 1860. Cette œuvre l'avait placé au premier rang parmi les physiologistes de son époque; aussi, dès 1851, n'ayant pas encore trente-trois ans, l'Académie des Sciences de Berlin lui ouvrait ses portes sur les sollicitations de A. de Humboldt et de Jean Muller.

Dans l'introduction de son premier volume, du Bois Reymond fait l'historique de toutes les recherches, hypothèses et théories sur l'électrophysiologie depuis 1743, et il montre comment l'obscurité qui régnait jus-

qu'à lui était due aux idées préconçues et au défaut de méthodes vraiment scientifiques.

Tout le reste est l'œuvre personnelle de du Bois-Reymond; on y trouve, parmi les études les plus remarquables, les lois des courants musculaires et nerveux pendant le repos, les phénomènes électriques des muscles et des nerfs en action, l'oscillation négative, les actions électrotoniques des muscles et des nerfs. Cependant du Bois-Reymond était devenu « privat docent »; il était entré en fonctions en 1846; mais, en réalité, trop occupé par ses recherches, il ne commença son enseignement à côté de Muller qu'en 1854. Dès l'année suivante, il fut promu professeur extraordinaire, et, à la mort de son maître, en 1858, lorsque la chaire fut scindée en Anatomie et Physiologie, il passa professeur ordinaire de Physiologie et directeur du Laboratoire de Physiologie de l'Université.

De l'avis de tous ceux qui ont entendu du Bois-Reymond, c'était un professeur merveilleux, enthousiaste de son sujet, parfait dans la forme, à la voix chaude et sonore ; aussi ses cours étaient-ils si fréquentés que, dans le grand amphithéâtre de l'Université de Berlin, de nombreux auditeurs, ne trouvant pas de place, restaient debout dans les couloirs et les intervalles des banquettes, et, malgré cette situation peu commode, ne sortaient pas avant la fin du cours.

Du reste, chez du Bois-Reymond, le savant était doublé d'un encyclopédiste de premier ordre et d'un orateur des plus remarquables, ainsi que le témoignent les nombreux discours prononcés par lui comme secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, comme recteur de l'Université ou comme membre des Congrès de naturalistes. Ces discours sont réunis en deux volumes; je regrette d'avoir à y signaler celui sur *La guerre allemande*, prononcé en 1870, et où du Bois-Reymond, reniant son origine, va jusqu'à regretter la consonance trop française de son nom; je me considère comme très modéré en n'en disant que cela.

Parmi les nombreux services rendus à la science par l'éminent physiologiste, il faut encore citer la publication des *Archives de Physiologie*. A la mort de son maître, il avait, en commun accord avec Reichert, continué les *Archives* de Muller, pour l'Anatomie et la Physiologie, et lorsqu'en 1877 il y eut une publication spéciale pour chacune de ces sciences, il prit la direction des *Archives de Physiologie*, dont il parut un volume par an. Jusqu'à la fin, du Bois-Reymond continua son œuvre, perfectionnant ses méthodes, cherchant à consolider la base, vérifiant à nouveau les faits, et il ne considéra jamais comme terminée la tâche qui lui avait été confiée par son maître cinquante ans auparavant.

Enfin, il y a quelques mois, après avoir vu disparaître les contemporains de sa jeunesse : Brücke, en 1892, Helmholtz, en 1895, Ludwig, l'année suivante, arrivé lui-même à près de quatre-vingts ans, il sentit qu'une affection du cœur dont il souffrait faisait de rapides progrès, et il y succomba le 26 décembre 1896.

Dr G. Weiss,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

Le frein électro-pneumatique de M. Chapsal. — La question des freins a toujours tenu une des premières places dans les préoccupations des ingénieurs des chemins de fer, car la sécurité des voyageurs dépend, en grande partie, du bon fonctionnement de ces appareils; nombreux sont les types usités et les perfectionnements qui y ont été successivement apportés; néanmoins, les freins aujourd'hui en usage ne sont pas sans présenter encore quelques défectuosités, que nous allons indiquer.

Le principe de ces appareils est le suivant : Une conduite générale, remplie d'air comprimé, circule le long du train et se trouve, dans la position normale de marche, en communication avec des réservoirs, dits *auxiliaires*, placés sous chaque voiture; d'autre part, le cylindre de frein qui, par son piston, commande les sabots qui viennent s'appliquer contre les roues dans le serrage, est isolé et communique avec l'air extérieur. Pour produire l'arrêt, le mécanicien ouvre une extrémité de la conduite générale; celle-ci se vide et provoque le fonctionnement d'un appareil appelé *triple-valve;* cet appareil interrompt la communication de la conduite avec les réservoirs auxiliaires, et celle des cylindres de frein avec l'extérieur; par contre, les réservoirs auxiliaires sont reliés aux cylindres de frein. Ces derniers se remplissent d'air comprimé, lequel agit sur le piston et produit le serrage. Au desserrage, le mécanicien fait rentrer de l'air comprimé dans la conduite générale, et, par le fonctionnement inverse de la triple-valve, les divers organes reviennent dans leurs connexions premières.

Ce système, qui donne de bons résultats sur des trains ordinaires, devient d'un maniement délicat dès que le nombre des wagons est un peu élevé. Il constitue même une source d'ennuis graves lorsqu'il y a plus de 20 voitures, fait qui n'est pas rare sur les lignes de banlieue. En effet, l'évacuation ou la rentrée de l'air comprimé dans la conduite générale ne se produit que progressivement le long du train; il en résulte que les premiers wagons sont quelquefois serrés à fond, alors que les derniers ne le sont pas encore, et l'inverse au desserrage; la durée de l'arrêt en est augmentée et il se produit des secousses désagréables pour les voyageurs; le départ donne lieu quelquefois à des ruptures d'attelage.

D'autre part, si une rupture accidentelle de la conduite générale vient à se produire en cours de route, le train s'arrête complètement, et le personnel est obligé de venir débloquer tous les freins à la main avant que le train puisse reprendre sa marche pour atteindre la prochaine gare.

Pour essayer de remédier à ces inconvénients et à d'autres encore, dans la description desquels nous ne pouvons entrer, diverses modifications aux freins ordinaires ont été depuis longtemps proposées; l'une des plus intéressantes semble être celle que M. l'ingénieur Chapsal vient d'imaginer sous le nom de *frein électro-pneumatique;* l'appareil a fait ses preuves ces jours derniers sur le réseau de l'Ouest, où nous l'avons vu fonctionner.

Il possède ce premier avantage de pouvoir s'adapter facilement et sans grandes modifications aux freins à air en usage presque partout. Il se compose essentiellement :

1° D'une petite batterie d'accumulateurs placée sur la machine;

2° D'un commutateur, qui est en même temps le robinet de manœuvre du frein pneumatique;

3° De deux fils de communication, enroulés le long de la conduite générale, et servant : l'un au courant de serrage, l'autre au courant de desserrage;

4° De deux valves électriques par cylindre de frein, l'une de serrage, l'autre de desserrage, actionnées par deux électro-aimants, auxquels aboutissent les fils indiqués plus haut.

Pour obtenir le serrage, le mécanicien lance, par le fil correspondant, un courant électrique qui actionne l'électro-aimant de la valve de serrage; celle-ci laisse fuir une partie de l'air de la conduite générale; la triple-valve du frein pneumatique fonctionne, et l'air comprimé du réservoir auxiliaire passe dans le cylindre à frein. La durée de la transmission électrique étant inappréciable, toutes les roues sont freinées simultanément.

Pour le desserrage, on actionne par le courant la valve de desserrage; le cylindre à frein est mis en relation avec l'extérieur et se vide, tandis que la conduite générale se remplit à nouveau et communique avec le réservoir auxiliaire. Le desserrage est également simultané pour toutes les voitures.

De plus, le mécanicien peut facilement varier l'inten-

sité du courant qu'il lance dans les électro-aimants des valves de serrage et de desserrage; il peut ainsi graduer la quantité d'air qui sort de la conduite générale et celle qui entre dans les cylindres de frein, ou vice versa; le serrage et le desserrage sont donc modérables à volonté, résultat important qui n'avait été obtenu que partiellement et imparfaitement par les autres systèmes.

Il est à remarquer que le commutateur du frein électrique étant le robinet de manœuvre même du frein pneumatique, ce dernier ne fonctionne jamais sans le premier, qui complète son action; par contre, le mécanicien peut faire agir le frein électrique seul.

Le frein électro-pneumatique de M. Chapsal nous semble donc présenter les avantages suivants :

On a toujours à sa disposition deux freins absolument distincts, fonctionnant simultanément par la même manœuvre, mais tout à fait indépendants l'un de l'autre; on double donc ainsi les moyens de sécurité actuels[1].

On obtient une réduction très notable des arrêts d'urgence, grâce à l'instantanéité du serrage sur tous les véhicules du train; le fonctionnement devient indépendant du nombre de ces véhicules, et, par suite de l'instantanéité du desserrage, on évite les ruptures d'attelage. La modérabilité au serrage et au desserrage permet la descente des pentes dans des conditions exceptionnelles.

En cas de rupture de la conduite générale du frein pneumatique, le mécanicien peut aussitôt pratiquer le desserrage avec le frein électrique et éviter l'arrêt du train; il peut, en outre, bien que la conduite soit ouverte, faire encore quatre ou cinq serrages et autant de desserrages, en utilisant l'air comprimé des réservoirs auxiliaires.

Tous ces avantages ont été mis en évidence par les expériences que la Compagnie de l'Ouest a organisées sur son réseau depuis trois mois avec un train de dix-huit voitures muni du frein électro-pneumatique. En particulier, les expériences du 16 janvier dernier, faites entre Paris et Mantes, et dans lesquelles on a réalisé intentionnellement tous les cas qui peuvent se produire dans la manœuvre des freins, ont été très concluantes. Espérons que, vu la facilité avec laquelle il peut s'associer aux freins aujourd'hui en usage, le frein électrique sera bientôt adopté par nos Compagnies de chemins de fer : il constitue un appareil de sécurité qui sera certainement apprécié par tous les voyageurs[1].

Louis Brunet.

§ 4. — Physique

Un nouveau microscope pour l'étude des corps opaques. — Parmi les dispositifs décrits par M. Charpy, dans un article précédent[2], sur les appareils microscopiques pour l'étude des corps opaques, un seul est réellement pratique pour la métallographie microscopique, qui nécessite souvent l'emploi de forts grossissements; c'est le dispositif comportant un prisme à réflexion totale placé immédiatement au-dessus de l'objectif. Son efficacité est complètement démontrée par les magnifiques photographies qu'ont obtenues, en l'employant, M. Osmond et M. Charpy. Il nécessite cependant pour le réglage de l'éclairement quelques tâtonnements préalables qu'il m'a semblé possible de simplifier. Le dessin schématique de la figure 1 représente un modèle de microscope destiné aux études de métallographie, qui a été construit sur mes indications par M. Pellin.

La position renversée de la platine facilite l'installa-

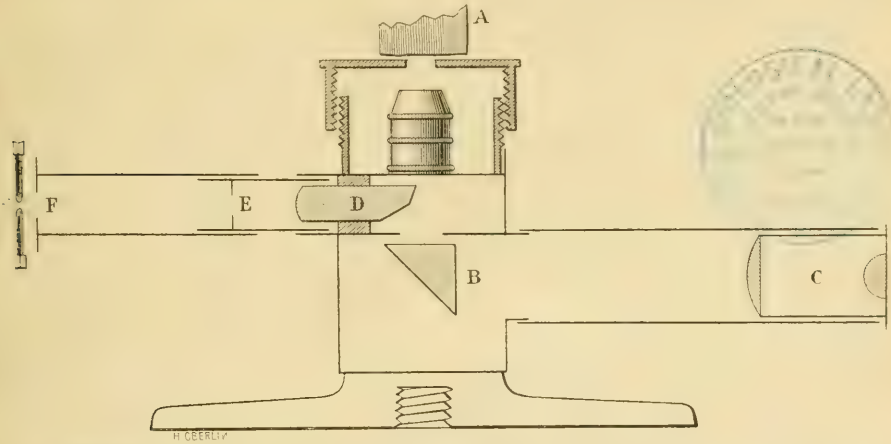


Fig. 1. — *Microscope pour l'étude des corps opaques.* — A, objet examiné; B, prisme à réflexion totale dirigé vers l'oculaire C; D, prisme éclaireur de 10mm de côté et 30mm de longueur, terminé d'un côté par deux faces à réflexion totale inclinées l'une sur l'autre de 45°, et de l'autre côté par une lentille de distance focale principale égale à la longueur du prisme, soit 30mm; E, diaphragme au foyer conjugué de l'objet par rapport au système optique composé de l'objectif et du prisme D; F, écran vertical mobile placé au foyer conjugué de la première lentille de l'objectif par rapport au prisme D; au devant de F se trouve la flamme éclairante.

[1] L'adoption de ce frein empêchera certainement le retour d'accidents comme celui de la gare Montparnasse.

[1] M. Chapsal, afin de rendre son appareil encore plus pratique, va lui faire subir une grande simplification. Il n'y aura plus qu'un seul fil de distribution électrique servant au serrage ou au desserrage, suivant le sens du courant qui le parcourt; les deux valves électriques seront réunies et les deux électro-aimants remplacés par un électro-moteur rotatif, tournant vers la droite ou vers la gauche suivant le sens du courant qui passe dans le fil, et actionnant dans un sens le serrage, dans l'autre le desserrage. L'appareil ainsi modifié n'a pas encore fonctionné, mais l'inventeur en attend de meilleurs résultats encore que de l'appareil primitif.

[2] Voir la *Revue* du 30 décembre 1896, pages 1260 à 1262.

tion des fragments de métal, qui peuvent, en dehors de la face polie, avoir une forme quelconque.

Le prisme éclaireur D renvoie le faisceau horizontal de lumière qu'il reçoit sur la moitié de l'objectif qu'il masque. Ses deux faces font un angle de 45 degrés et sont inclinées chacune de 22,5 degrés l'une sur l'horizontale, l'autre sur la verticale, de telle sorte que l'axe du faisceau réfléchi soit vertical. L'arête extrême du prisme passe par l'axe de l'objectif et aussi par le foyer principal de cet objectif, ou tout au moins le plus près possible. Le diaphragme E placé au foyer conjugué de l'objet observé, et l'écran F percé d'une fenêtre rectangulaire horizontale permettent d'arrêter tous les rayons lumineux inutiles dont la diffusion par les lentilles de l'objectif viendrait éclairer le champ du microscope et diminuer la visibilité des images. Pour atteindre ce résultat le diaphragme E doit avoir exactement l'ouverture égale au diamètre de l'image de la portion utile de l'objet observé; et la fenêtre F une hauteur égale à la moitié des dimensions de l'image de la lentille supérieure de l'objectif.

H. Le Chatelier,
Professeur à l'École des Mines.

§ 5. — Sciences médicales

Du séro-diagnostic de la fièvre typhoïde et du procédé de M. Widal. — Le 26 juin dernier, à la Société médicale des Hôpitaux, puis, plus tard, au Congrès de Médecine de Nancy, M. le Dr Widal décrivit un nouveau moyen de diagnostic de la fièvre typhoïde, basé sur des réactions particulières que fait éprouver le sérum des typhiques aux cultures pures de bacille d'Eberth, lorsque ces deux milieux se trouvent en contact. Il lui donna le nom de séro-diagnostic et les conclusions de ce travail, journellement contrôlées, semblent prendre une importance de plus en plus grande.

Déjà, MM. Charrin et Roger [1] avaient eu le mérite de remarquer les premiers en 1889 l'action agglomérante du sérum de vacciné. Deux ans après, M. Metchnikoff [2] constatait un fait semblable pour le *Vibrio Metchnikovi*, puis pour le pneumocoque, et, en 1893, M. Isaëf confirmait cette propriété et la constatait à nouveau plus tard pour le vibrion découvert par M. Ivanoff [3]. M. Metchnikoff allait donner une portée générale à ces phénomènes d'agglutination quand il s'aperçut que les cultures de pneumo-entérite des porcs ne s'agglutinaient pas en présence du sérum des animaux immunisés contre ce microbe [4]. Il ne voulut rien conclure.

Peu après, M. Gruber constatait que le bacterium coli et le bacille d'Eberth s'immobilisaient et se réunissaient en amas; M. Bordet, que le tétanos et le vibrion s'agglomériaient, ce dernier même lorsqu'il était immobilisé et tué par le chloroforme. Le tétanos semblait toutefois présenter le maximum du phénomène de l'agglomération. « Les préparations du tétanos agglomméré rappellent l'aspect de paquets d'épingles qu'on aurait laissé tomber par groupes, assez négligemment, sur la table » (Bordet) [5].

En mars 1896, Gruber et Durham émettaient l'idée de la spécificité des sérums et montraient le parti qu'on peut tirer de cette propriété pour faire avec certitude le diagnostic de l'espèce à laquelle appartient le microbe. Mais M. Bordet objecta que le sérum neuf de cheval agglutine très vivement les vibrions cholériques, un peu moins le *Vibrio Metchnikovi*, très nettement le tétanos, le coli, le bacille d'Eberth, quelque peu le streptocoque.

MM. Pfeiffer et Kohl [6] montraient que le sérum des animaux immunisés, mélangé au bouillon dans la proportion de 1/40, et ensemencé avec le bacille typhique, donne après vingt-quatre heures de séjour à l'étuve une culture clarifiée par la précipitation de bactéries en petits flocons réunis pour la plupart au fond du tube. Ils conseillent cette réaction comme moyen de diagnostic entre le bacille typhique et les coli-bacilles. Le principe du séro-diagnostic était découvert.

Mais les discussions continuaient, et tous ceux qui s'occupaient de la question avaient en vue surtout le rôle que pouvaient jouer ces questions d'agglutination dans la théorie beaucoup plus importante de l'immunité; M. Widal imagina de chercher comment se comportait *in vitro* le sérum d'*un malade* atteint de fièvre typhoïde lorsque ce sérum était mis en présence d'une culture typhique. Il vit l'amoncellement rapide, l'agglutination caractéristique et constante; et pensa qu'il y avait là un puissant moyen de clinique auquel, le premier, il donna le nom de *séro-diagnostic*.

Technique de M. Widal. — M. Widal vit :

1° Que le sérum des typhoïdiques, comme celui des convalescents de la maladie, amoncelle le bacille d'Eberth en suspension dans un bouillon et agglomère les microbes en amas visibles au microscope;

2° Que, quelquefois très puissante, l'action peut s'observer après mélange du sérum au bouillon dans la proportion de 1/60 et même plus encore;

3° Que jamais le sérum de personnes n'ayant pas eu la fièvre typhoïde n'agglutine le bacille d'Eberth.

Voilà donc un moyen de diagnostiquer la fièvre typhoïde. Chaque fois que le sérum d'un malade agglutinera les microbes contenus dans une culture pure de bacille d'Eberth, on aura affaire à une fièvre typhoïde, et en effet M. Widal ajoute que :

Le sérum humain, d'où qu'il provienne, typhique ou non, agit toujours de même sur les coli-bacilles. Dans une culture active on peut observer, au milieu de bacilles mobiles, de petits amas le plus souvent composés seulement de quelques éléments, se groupant parfois en chaînettes; mais toujours ces amas restent très petits et toujours ils conservent un aspect spécial.

Depuis, M. Courmont [1] a montré que si l'on ajoute du sérum typhique aux coli-bacilles on voit à l'œil nu un dépôt assez abondant se former au fond du tube; mais que ce dépôt fond en agitant et que le bouillon devient de suite complètement trouble, par dilution du précipité.

Le sérum de typhique a donc seul la propriété d'agglutiner *fortement* les bacilles contenus dans une culture pure d'Eberth. Seul il est doué d'une propriété dite agglutinante, celle que M. Gruber appelle la glabrification.

Et d'ailleurs, cette propriété agglutinative portée à son maximum se retrouve dans la plupart des liquides et humeurs du typhique.

MM. Widal et Sicard l'ont trouvée dans la sérosité des vésicatoires, dans les larmes, dans l'urine.

MM. Achard et Bensaude d'une part, Thiercelin et Lenoble de l'autre, l'ont trouvée dans le lait d'une nourrice typhique, alors que le sang de l'enfant nourri par cette femme en était dépourvu.

Ces faits étant acquis, on peut se demander dans quelle partie des humeurs réside la propriété agglutinante? Question délicate et encore à l'étude. Il semblerait cependant que cette action se trouve fixée en quelque sorte aux matières albuminoïdes contenues dans ces différents milieux [2], telles que le fibrinogène, la globuline ou la caséine; car MM. Nicolle et Halipré ont montré qu'un séjour du sérum pendant vingt minutes à 60° ne modifiait en rien la propriété; MM. Widal

[1] Charrin et Roger : *Soc. de Biologie*, 1889, p. 667.
[2] Metchnikoff : *Annales de l'Institut Pasteur*, 1891, pp. 473 et 474.
[3] Issaëf : *Annales de l'Institut Pasteur*, 1893.
[4] Metchnikoff : *Annales de l'Institut Pasteur*, 1892.
[5] Bordet : *Ann. de l'Institut Pasteur*, 25 avril 1896, p. 206.
[6] Pfeiffer et Kohl : Zur differential Diagnose der Typhus bac. vermittels Serums der gegen Typhus immunisierten Thiere. *Deutsche Medicin. Wochenschrift*, 19 mars 1896, p. 185.

[1] P. Courmont : « Sur le séro-diagnostic de la fièvre typhoïde, action du sérum des typhiques sur les cultures du bacterium coli et d'autres microbes. » *Soc. de Biologie*, 25 juillet 1896.
[2] Widal et Sicard : Communication présentée par M. Dieulafoy à l'Académie de Médecine le 29 septembre 1896.

et Sicard ont vu que la filtration de l'urine à travers la bougie de porcelaine faisait perdre à cette urine la propriété agglutinante et MM. Achard et Bensaude ont montré qu'il en était de même pour le lait.

Cette propriété agglutinative est résistante. Elle est conservée par le sérum desséché (Widal et Sicard); elle est conservée aussi par le sang. Elle résiste à l'action de la lumière diffuse prolongée pendant des jours et des semaines.

Quant à sa durée chez l'homme atteint de fièvre typhoïde, la question est encore à l'étude et ne peut être fixée que par une série nombreuse de faits cliniques. M. Widal pense que rarement elle persiste après la première année qui suit la convalescence; mais que cette persistance varie avec les sujets. Sur douze personnes guéries, deux seulement la présentaient encore après un an; l'un guéri depuis trois ans, l'autre depuis sept ans.

Il existe différents procédés indiqués par M. Widal dans sa communication au Congrès de Nancy; mais deux, entre autres, sont importants:

Voici le premier : Mélanger dans un tube à expérience le sérum à du bouillon dans la proportion de 1 partie de sérum pour 10 de bouillon. Ensemencer avec du bouillon d'Eberth et mettre à l'étuve à 37 degrés. En vingt-quatre heures (et même quinze si la semence n'est pas trop ancienne), on voit le liquide du tube prendre un aspect caractéristique. Les microbes se sont amassés au fond du tube; y forment une masse de petits flocons blanchâtres et laissent le bouillon presque complètement clair. Par agitation, ces flocons n'arrivent pas à se dissoudre; on voit toujours un précipité nageant dans le liquide comme une fine poussière. — L'examen microscopique montre que chaque grain est formé d'un amas de microbes immobilisés, agglutinés et souvent déformés.

Cette méthode est excellente; c'est la méthode de choix si l'on a affaire à une vieille culture; mais elle est un peu longue et demande vingt-quatre heures d'attente.

Quant au deuxième procédé, il est plus rapide. C'est un procédé extemporané: On fait au bout du doigt, après lavage et désinfection soigneuse, une légère piqûre, d'où s'écoulent quelques gouttes de sang, immédiatement recueilli dans un petit vase préalablement stérilisé: vase quelconque, un dé à coudre par exemple, si l'on n'a rien d'autre à sa disposition. Le sang se coagule rapidement et il est facile de prendre à la pipette quelques gouttes de sérum. Ce sérum, transporté dans une culture active d'Eberth, forme rapidement des grumeaux qui commencent à être visibles au bout de quelques minutes ou d'un quart d'heure; mais ne sont le plus souvent nettement appréciables qu'au bout de deux ou trois heures. D'autre part, l'examen microscopique, qui doit toujours être fait concurremment, montre que très rapidement l'agglutination s'opère; on la voit en quelque sorte se faire sous les yeux et elle est d'autant plus rapide que la culture est plus jeune, cette rapidité toutefois variant de dix minutes à une ou plusieurs heures.

Que conclure? Sinon que le séro-diagnostic est un moyen de diagnostic sûr et rapide, jusque-là absolument infaillible, pouvant, dans des cas douteux, être fort utile au clinicien obligé de porter le pronostic du cas observé. Quelle grande différence de pronostic entre une fièvre typhoïde et une tuberculose aiguë à marche rapide! Mais il faut aussi bien dire que ce procédé n'a pas la même valeur scientifique quand il s'agit d'affirmer absolument la présence du bacille d'Eberth dans une culture ou un liquide organique. C'est un bon procédé clinique; c'est un moins bon procédé bactériologique.

En effet, tout dernièrement, MM. Achard et Bensaude ont montré qu'il existait deux causes d'incertitude et conclurent que:

1° Certains bacilles d'Eberth se laissent mieux agglutiner que d'autres par le sérum des malades atteints de fièvre typhoïde.

2° Il existe des types bacillaires très voisins: les bacilles para-typhiques, qui méritent cependant d'en être distingués; mais dont trois échantillons: un fourni par l'urine purulente d'une femme présentant des phénomènes typhoïdiques; un autre par une arthrite développée à la suite d'une maladie aiguë ressemblant à la fièvre typhoïde, un troisième par le bacille de la psittacose (maladie des perruches infectieuses, objet d'étude de MM. Nocard, Gilbert et Fournier), ont donné les mêmes caractères: à savoir qu'ils subissaient l'agglomération par le bacille typhique; tandis que le sérum d'un sujet atteint d'une de ces affections (le seul qui ait pu être examiné) n'a produit l'agglutination que d'un très petit nombre de cultures de bacilles d'Eberth.

Et cependant dans une récente communication à la Société de Biologie, MM. Widal et Sicard disent que, si ces para-bacilles peuvent donner lieu au phénomène de l'agglutination, cette agglutination est beaucoup moins marquée qu'avec le bacille typhique. Le séro-diagnostic resterait dès lors entier avec toutes ses conséquences.

Maurice Fontoynont,
Interne des Hôpitaux.

Traitement opératoire de la gibbosité du mal de Pott. — La tuberculose vertébrale ou *mal de Pott* aboutit, par suite de l'effondrement du corps vertébral, à une gibbosité qui, dans le plus grand nombre des cas, va s'accentuant, comprime la moelle épinière, amène consécutivement des paralysies, ou, tout au moins, apporte une gêne considérable au jeu naturel des organes de la digestion et de la respiration. M. le Dr Calot a cherché à remédier à cet inconvénient par une série de manœuvres opératoires qu'il a exposées à l'Académie de Médecine, dans une communication récente basée sur 37 observations. Voici en quoi ces manœuvres consistent :

Lorsque la bosse est définitivement acquise, que le rachis s'est vicieusement consolidé, M. Calot, par une résection cunéiforme portant sur les apophyses saillantes, enlève la cale osseuse postérieure qui limite le redressement : puis, sectionnant le point de soudure antérieur, il divise la colonne vertébrale en deux segments, qu'il est possible de mobiliser et de replacer dans une position correcte.

Lorsqu'au contraire la difformité est de date récente ou commence simplement à s'accuser, il n'est presque jamais nécessaire de recourir à l'ablation sanglante des apophyses. Il suffit de faire exercer, sous le chloroforme, par quatre aides, des tractions solides sur les extrémités de l'axe vertébral, cependant que le chirurgien agit directement sur la convexité par des pressions puissantes. La réduction est opérée et maintenue par l'application immédiate d'un corset plâtré serré sur le tronc, de la tête au bassin.

Le mal de Pott, ainsi traité dès le début, guérirait en six mois ou un an sans difformité et sans paralysie. En outre, l'intervention chirurgicale ne présenterait par elle-même aucun danger. Telles sont, au moins, les conclusions du très intéressant travail de M. Calot.

§ 6. — Concours

L'Herbier Lloyd. — Le botaniste James Lloyd vient de léguer ses collections scientifiques et notamment son célèbre herbier à la ville d'Angers. La Société Botanique de France, chargée de désigner au Maire de cette ville trois candidats à la place de conservateur de cet herbier, nous prie de faire savoir que les demandes devront être adressées à son président (84, rue de Grenelle, à Paris) avec indication succincte de titres, avant le 15 mars prochain. Le concours se fera sur titres.

Le testateur a exprimé le désir qu'on choisit pour conservateur « un botaniste humble, ami de la nature et voué au progrès de la science ».

LA CONSTANTE DE LA GRAVITATION

Par la découverte de sa célèbre loi de l'attraction de la matière, Isaac Newton put ramener les trois lois de Kepler, auxquelles obéissent les mouvements des astres, à un principe d'une idéale simplicité. Il montra aussi qu'un corps sphérique, homogène, ou dont la densité ne varie que par couches concentriques, attire les corps extérieurs de la même manière que s'il était entièrement ramassé en son centre. Ce sont, soit dit en passant, les difficultés que rencontra Newton dans la démonstration de ce théorème, et non point, comme on le croit communément, la valeur erronée de la distance de la Terre à la Lune, qui l'empêcha de publier plus tôt sa grande découverte.

Bien que la loi de Newton suffise pour expliquer le mouvement des planètes et de leurs satellites, celui des comètes, des étoiles doubles et le phénomène de la marée, et même pour comparer entre elles les masses des corps célestes, il est une chose qui échappe aux recherches astronomiques : c'est la possibilité de déterminer ces masses en valeur absolue. Nous savons que Sirius est équivalent à vingt-huit fois notre Soleil ; que ce dernier possède une masse 1.048 fois supérieure à celle de Jupiter ; mais aucune observation de ces corps ne nous indique le nombre de tonnes de matière qu'ils contiennent.

La simple considération de la force centrifuge nous dit que le Soleil attire chaque tonne de la matière terrestre avec une force voisine d'un demi-kilogramme et que, sans cette force, notre Globe continuerait sa route en ligne droite ; mais les observations astronomiques ne nous permettent pas de dire combien de tonnes de matière se trouvent en présence.

Dans sa forme générale, la loi de Newton est une simple proportion : la force F de l'attraction mutuelle de deux masses m_1 et m_2 séparées par une distance r est proportionnelle au quotient que l'on obtient en divisant le produit des masses par le carré de leur distance. Pour transformer cette proportion en une égalité, nous devons y introduire un certain coefficient numérique : la *constante Newtonienne de la gravitation*, que nous appellerons G, ce qui donne l'égalité :

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}.$$

Newton montra déjà que deux méthodes distinctes conduisent à la détermination de cette constante : l'une d'elles consiste à observer les perturbations que font subir à la gravité certaines portions de notre Terre, des montagnes ou des couches sphériques ; l'autre se réduit à créer une planète artificielle et à mesurer la valeur entière de son attraction.

Dans le premier cas, on observera la valeur et la direction de la gravitation au voisinage d'une montagne, ou sa valeur seulement dans une mine profonde ; c'est cette méthode qu'employa Bouguer, au risque de sa vie, dans les ouragans de neige du Chimborazo ; des expériences analogues ont été faites par Maskelyne, par Airy et par d'autres observateurs ; je renverrai, pour la description de ces observations, à l'historique qu'en a fait récemment M. Poynting, et je ne m'occuperai ici que de la deuxième méthode, fondée sur l'emploi d'une planète artificielle.

I

Il est bon de nous faire dès maintenant une idée de la petitesse des effets qu'il s'agit de mesurer. Un mur que l'on a construit en s'aidant du fil à plomb, est-il vertical ou présente-t-il une inclinaison quelconque ? Le principe de Newton nous dit qu'il attire la masse suspendue ; et cependant le fil qui la supporte est vertical, l'attraction est si faible qu'il est impossible de la déterminer par ce procédé. L'action même d'une montagne exige les moyens les plus délicats pour être mise en évidence. Si nous plaçons deux billes sur une table bien nivelée, elles ne roulent pas l'une vers l'autre ; et, si même elles étaient mille fois plus lisses, nous ne percevrions aucun mouvement dû à leur attraction mutuelle.

Dans tous les laboratoires de Physique, on trouve des instruments de la plus grande sensibilité, comme on se plaît à les qualifier. Quelles précautions prend-on pour éviter que l'attraction de leurs différents organes faussent les résultats des mesures auxquelles ils sont destinés ? Aucune. Les attractions sont si faibles que, dans aucun appareil construit jusqu'à présent pour la mesure des actions électriques, magnétiques, thermiques ou autres, il n'a paru nécessaire de les éviter. Et cependant ces attractions existent ; même elles peuvent être mesurées par des moyens suffisamment délicats. Le Révérend John Mitchell imagina le premier un appareil propre à effectuer cette mesure : il construisit la balance de torsion avec laquelle Coulomb fit ses fameuses expériences ; mais il mourut avant d'avoir pu exécuter lui-même aucune recherche.

Cavendish reconstruisit l'appareil de Mitchell, et à l'aide de cet instrument, il mesura l'attraction qui s'exerce entre deux sphères de plomb ayant

respectivement 12 pouces et 2 pouces de diamètre, avec leurs centres à 8,85 pouces l'un de l'autre.

La même expérience a été refaite par Reich, par Baily et plus récemment par MM. Cornu et Baille; ces deux éminents physiciens réduisirent au quart l'appareil de Cavendish, auquel ils apportèrent d'importants perfectionnements. Toutes ces mesures, ayant été faites à l'aide de masses connues, ont permis de déterminer G avec une précision plus ou moins grande.

Il ne sera pas inutile de faire remarquer que cette constante de Newton n'a rien de commun avec cette autre quantité, désignée par g, qui représente l'attraction à la surface de la Terre; cette dernière est purement accidentelle; elle dépend non seulement de G, mais aussi de la grandeur de la Terre, de sa densité moyenne, de la latitude du lieu, de l'attitude et de la configuration de toute la contrée. La quantité g est d'un caractère éminemment pratique; G, au contraire, personnifie ce principe puissant sous l'influence duquel chaque étoile de l'Univers se meut dans l'espace; il se peut aussi qu'il soit la cause des actions chimiques. A l'inverse de toutes les influences physiques connues, la force d'attraction est indépendante du milieu, n'éprouve pas de réfraction et ne projette pas d'ombre; c'est un pouvoir mystérieux que personne ne peut expliquer; chacun ignore les lois de sa propagation dans l'espace; il ne dépend, en aucune manière, de la grandeur accidentelle de la Terre; si le système solaire cessait d'exister, ce principe lui survivrait sans aucune modification.

Tableau I. — Mesures antérieures de G.

DATE	OBSERVATEUR	MÉTHODE	RÉSULTATS
1737-1740	Bouguer	Fil à plomb et pendule	Douteux.
1774-1776	Maskeline et Hutton	Fil à plomb	4,5 à 5
1855	James et Clarke		5,316
1821	Carlini	Pendule en montagne	4,39 à 4,95
1880	Mendenhall		5,77
1854	Airy		6.565
1883	Von Sterneck	Pendule souterrain	5,77
1885	Von Sterneck		Environ 7
1797-1798	Cavendish		5,448
1837	Reich	Balance de torsion	5.49
1840-1841	Baily		5,674
1852	Reich		5,583
1870	Cornu et Baille		5,56 à 5,50
1879-1880	Von Jolly	Balance ordinaire	5,692
1878-1890	Poynting		5,493
1884	König, Richarz et Krigar Menzel		Non terminée.
1886-1888	Wilsing	Balance pendulaire	5,579
1889	Laska		Non terminée.

II

Etant donné le caractère universel qui s'attache à la constante G, il me semble que c'est descendre du sublime au ridicule que d'annoncer les expériences dont je vais parler comme étant destinées à mesurer la *masse de la Terre* ou la *densité moyenne de la Terre* ou encore, avec moins de précision, le *poids de la Terre*. Notre globe n'est pas plus intimement lié à cette mesure qu'une table ne l'est aux appareils qu'elle supporte. La Terre n'a fait guère que gêner mes expériences en les troublant toujours et en brisant, de temps à autre, les fils de quartz dont je me servais. Les recherches de cette nature pourraient être faites avec plus de précision sur la Lune ou sur une petite planète; mais il faut y renoncer pour le moment.

Je ne puis pas décrire ici les expériences antérieures à celles que j'ai faites moi-même; je me bornerai à reproduire, d'après le mémoire de M. Poynting « *Sur la densité moyenne de la Terre* », les résultats de ces mesures résumées dans le tableau I.

Je ne puis laisser passer l'occasion de rappeler ici l'extraordinaire prophétie de Newton, merveilleuse en ceci que, sans avoir fait aucune mesure directe, il arriva à un résultat plus voisin de la vérité que celui auquel sont parvenus plusieurs expérimentateurs :

Unde cum Terra communis suprema quasi duplo gravior sit quam acqua et paulo inferius in fodinis quasi triplo vel quadruplo ut etiam quintuplo gravior reperiatur; verisimile est quod copia materiæ totius in Terra quasi quintuplo vel sextuplo major sit quam si tota ea acqua constaret; præsertim cum Terram quasi quintuplo densiorem esse quam Jovem jam ante ostensum sit[1].

[1] *Newton's Principia*, 2e édition, 1714, p. 373.

III

L'appareil que je vais décrire a été combiné et construit de telle sorte que l'on pût indiquer, avec précision, la position de toutes les masses dont il se compose. On verra que j'ai montré dans cette construction une certaine hardiesse, quelques personnes diront même une véritable témérité; mais ayant confiance dans les principes que j'avais développés et dans les excellentes qualités du fil de quartz, je réduisis délibérément toutes les dimensions tellement que les forces à mesurer et plus encore les couples devinrent insignifiants, comparés à ceux auxquels on avait eu affaire jusqu'ici. Toute la difficulté des expériences de Cavendish, de Reich, de Baily consistaient dans la mesure d'une action aussi faible; au lieu de l'augmenter, je la diminuai dans une forte proportion, heureux de pouvoir augmenter plus encore la précision des mesures. M. Cornu réduisit au quart l'appareil de Cavendish; je l'ai réduit au dix-huitième. Cavendish mesurait une force égale au poids de $\frac{1}{56}$ de milligramme, j'ai moins de $\frac{1}{75.000}$ de milligramme. A l'extrémité de son levier, Cavendish obtenait un couple de torsion égal à celui de $1^{mg},6$ à l'extrémité d'un fléau de 1 centimètre. J'observe, sur le même fléau, une force de $\frac{1}{80.000}$ de milligramme.

Ses forces étaient 1.400 fois supérieures aux miennes, ses couples étaient 120.000 fois plus grands.

L'un des principaux avantages d'un petit appareil, dans lequel le diamètre des sphères attirantes peut être considérable, comparé à la longueur du fléau, est un accroissement de sensibilité, l'angle de torsion étant augmenté pour la même durée d'oscillation. Cet avantage est particulièrement évident dans un appareil du genre de celui que je vais décrire, où les deux côtés sont à des niveaux différents. Mais on peut se demander si la réduction des dimensions n'a pas pour conséquence un manque de stabilité qui compense outre mesure les avantages dont je viens de parler.

On voit facilement qu'il n'en est rien. Les plus fortes perturbations susceptibles de fausser ces mesures sont dues aux différences infinitésimales de température en divers points de l'appareil; il en résulte des déplacements de l'air qui agissent sur ses parties mobiles. M. Poynting a montré que ces perturbations sont proportionnelles à la cinquième puissance des dimensions linéaires de l'appareil si les mouvements de l'air sont d'une lenteur suffisante pour être stationnaires; elles s'élèvent même graduellement jusqu'à la huitième puissance à mesure que les termes proportionnels au carré de la vitesse deviennent de plus en plus grands, ce qui a lieu lorsque ces mouvements ne sont pas stationnaires. Aussi longtemps que l'appareil est assez petit pour qu'on puisse y négliger le carré de la vitesse, la stabilité est la même, quelles que soient ses dimensions; mais, dès qu'on dépasse cette limite, le désavantage d'une augmentation de grandeur se fait rapidement sentir. De plus, le temps nécessaire pour amener l'appareil à un état stationnaire augmente rapidement avec ses dimensions. Déjà avec mon petit appareil, il m'a paru nécessaire de laisser le tout en repos pendant 3 jours après que j'avais fait les mesures géométriques, pour lui permettre de reprendre une température uniforme.

La figure 1 montre la disposition de mon appareil. Une caisse en laiton BC, tournée avec précision, porte un couvercle L auquel on peut communiquer une rotation à l'aide des engrenages W. Les masses attirantes M sont suspendues, au moyen de fils de bronze phosphoreux, à des tubes verticaux P fixés au couvercle; le tube central T contient l'équipage mobile. Un miroir N, suspendu à une armature à l'aide d'un fil de quartz, porte les deux petites masses *m* suspendues de même au niveau des centres des masses attirantes.

Le fond de l'appareil est couvert d'un épais matelas de caoutchouc I qui en préviendrait la destruction si les masses M venaient à tomber. Les quatre masses étant dans le même plan, aucun couple de torsion n'agit sur le fléau; mais, si l'on vient à tourner le couvercle, l'attraction des masses M tendra à faire sortir les masses *m* de leur plan primitif, et le couple ira en croissant jusqu'à un certain point, passé lequel il décroît pour s'annuler après une rotation de 180 degrés.

L'action variant très peu autour de la position du maximum, qui dans mon appareil était distante de 65 degrés de la position de départ, il n'est pas nécessaire de mesurer cet angle avec une grande précision, si les expériences sont faites dans son voisinage.

Si les sphères d'or et les sphères de plomb ne tournent pas autour du même axe, ou si les centres des masses correspondantes ne sont pas exactement au même niveau, il n'en résulte que de faibles erreurs, le réglage parfait correspondant, dans tous les cas, à un maximum ou un minimum des actions réciproques; sans entrer dans le détail, je puis dire que la vérification de tous les réglages peut être faite avec une exactitude dix fois supérieure à celle qui est nécessaire.

Le résultat final dépend d'un petit nombre de mesures qui peuvent être faites avec facilité et dans lesquelles il est aisé d'obtenir une grande

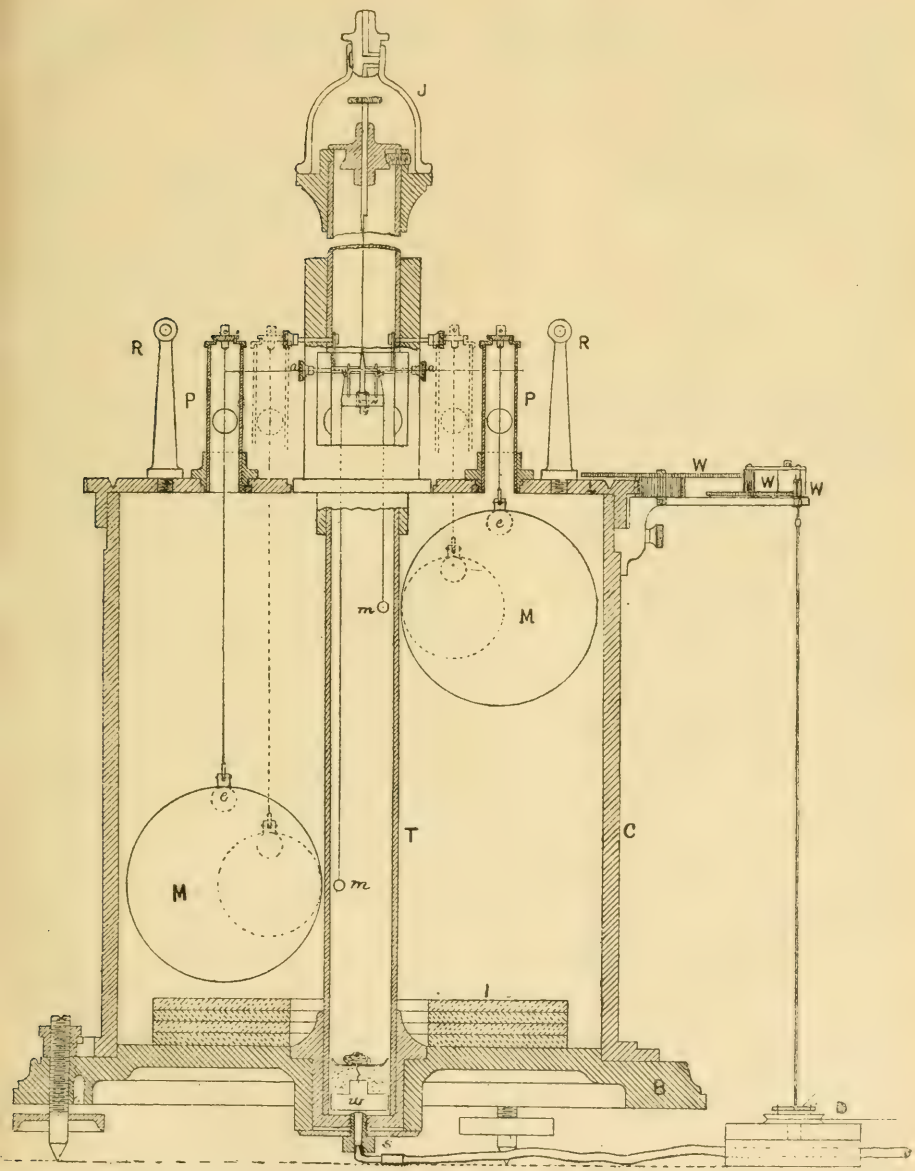


Fig. 1. — *Appareil pour déterminer la Constante de la gravitation.* — MM, masses attirantes suspendues, par l'intermédiaire des prisonniers *e*, à des fils de bronze; *mm*, masses attirées, suspendues, par des fils de quartz, au fléau; C, cage de l'instrument, reposant sur la base B, et formant support pour le couvercle; T, tube protecteur, fermé à la partie supérieure par une cloche J, et obstrué à la partie inférieure par un tampon d'ouate; le tube *s* débouchant en *w* sert à aspirer l'air pour provoquer l'oscillation du miroir; PP, tubes soutenant les masses attirantes; RR, colonnes fixées au couvercle pour permettre de le soulever; WWW, train d'engrenages donnant un mouvement de rotation au couvercle; ces engrenages sont commandés par la poulie D; I, feuilles de caoutchouc.

précision. Ces mesures sont celles des distances entre les fils qui soutiennent respectivement les sphères de plomb et les sphères d'or, la masse des premières, mais non celle des secondes, l'angle de déviation du fléau, enfin sa durée d'oscillation dans diverses circonstances bien définies.

Les figures 2, 3 et 4 représentent le souterrain dépendant du *Clarendon Laboratory* à Oxford, dans lequel mes appareils étaient installés, et que le Professeur Clifton avait très aimablement mis à ma disposition. L'instrument lui-même est disposé sur la table A_1; il est complètement enveloppé par une double caisse octogonale en bois dont l'intervalle des parois est rempli d'ouate. Deux écrans de feutre f_1 f_2 le séparent du reste du souterrain. Les instruments de commande et d'observation se trouvent sur une table A_2; ils se composent d'une grande lunette T pour la lecture des angles de déviation, d'une petite lunette t servant à lire la rotation du couvercle, et de deux poulies avec leurs cordes bb, au moyen desquelles on actionne respectivement ce dernier, et une petite lampe g que l'on déplace à volonté derrière une échelle transparente. Le train d'engrenages qui commande le mouvement du couvercle est actionné par la poulie D (fig. 1) qui reçoit son mouvement de la poulie d. Celle-ci possède un moment d'inertie considérable, et, comme la vitesse est fortement réduite, le mouvement du couvercle se fait sans à-coups. L'échelle S, dont l'image formée dans le miroir est observée au moyen de la lunette T, est divisée en cinquantième de pouce ($0^{mm},5$ environ). Deux poutres d'acier l_1, l_2, exactement nivelées, servent de banc pour mesurer la distance du miroir à l'échelle.

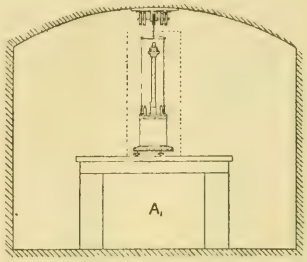


Fig. 2. — *Vue en bout du laboratoire.*

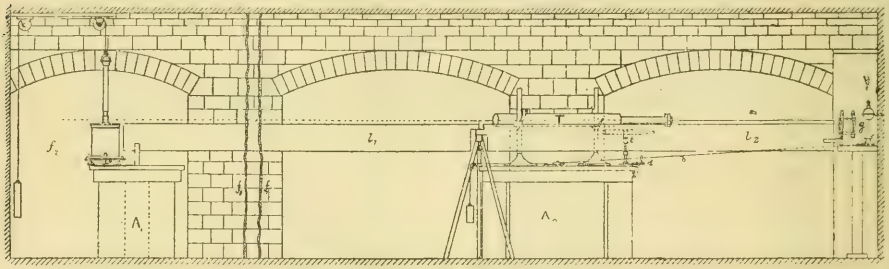


Fig. 3. — *Elévation du laboratoire.*

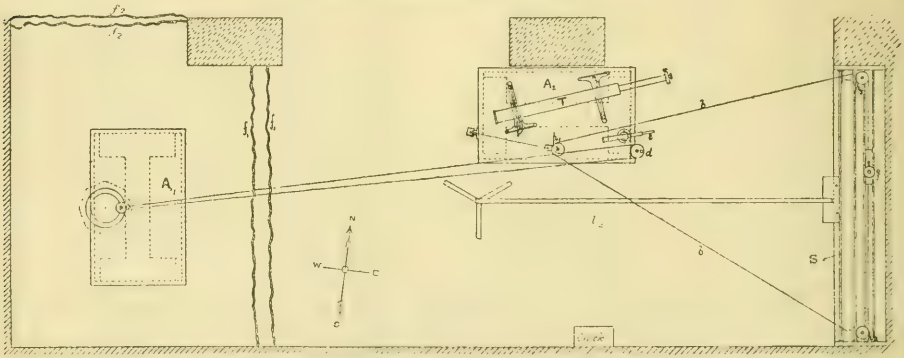


Fig. 4. — *Plan du laboratoire.*

A_1 et A_2, tables supportant l'appareil principal et les accessoires, lunettes, manettes de commande, etc.; T, lunette d'observation; l_1, l_2, poutres servant à la mesure des distances; g, petite lampe mobile le long de l'échelle S; f_1, f_2, écrans de feutre isolant l'appareil de mesure; bb, cordes de commande.

Un système de contrepoids fixés à des cordes sert à alléger le couvercle, de manière à diminuer

les frottements; les cordes viennent s'attacher aux anneaux RR (fig. 1).

Les oscillations du miroir sont inscrites à l'aide d'un chronographe dont une des plumes est actionnée chaque seconde par une horloge astronomique.

IV

Je dirai maintenant quelques mots du procédé dont je me suis servi pour obtenir les sphères d'or et de plomb, de manière à être assuré de l'exactitude de leur forme et de leur parfaite homogénéité. Un habile artiste, M. Munro, a bien voulu me prêter son concours pour la construction de deux moules en fonte dure destinés aux sphères de plomb. Chacun de ces moules est formé de deux moitiés, et constitue une sphère creuse d'une perfection telle qu'un disque mince en acier introduit dans son intérieur bat légèrement lorsqu'il est seul, mais refuse d'entrer lorsqu'on le cale avec un papier à cigarette. La moitié formant couvercle est munie d'un plongeur en acier, remplissant exactement l'ouverture cylindrique, et continuant la surface de la sphère lorsque sa portée est appuyée sur l'extérieur du moule. A la partie inférieure, on a pratiqué une ouverture de 6 millimètres, dans laquelle une petite pièce de laiton s'ajuste exactement. Enfin, sur le côté se trouve un petit trou que l'on peut fermer à l'aide d'un bouchon de laiton.

Voici comment on procède pour la fabrication des sphères : le moule est d'abord enfumé, et vissé à fond ; il est ensuite chauffé jusqu'à la température de fusion du plomb. Le métal nécessaire, fondu dans un vase en terre, est écumé avec soin, et versé dans le moule de façon à remplir le goulot cylindrique. Le moule étant ensuite posé sur une plaque de fer, on réchauffe sa partie supérieure à l'aide d'un chalumeau pour que le refroidissement se produise de bas en haut. Aussitôt que le plomb commence à se figer dans le goulot, on introduit le plongeur, et on place le tout sous une presse hydraulique. Le plomb, déjà débarrassé des bulles que l'on rencontre souvent dans les métaux fondus, est fortement comprimé jusqu'à ce que l'excès s'échappe par le trou latéral sous la forme d'un fil. L'emploi d'un métal pur offre l'avantage d'éviter la liquation qui se produit toujours dans le refroidissement des alliages.

On obtient les petites sphères en fondant la quantité nécessaire d'or pur à peu près à la forme voulue, et en comprimant la masse entre deux plaques d'acier portant des empreintes hémisphériques. Les plaques dont je me suis servi ont été travaillées par M. Colebrook. J'ai pu ainsi obtenir, pour les masses attirantes et attirées, des corps géométriques présentant un degré d'homogénéité et de perfection de forme plus que suffisant pour les mesures que j'avais en vue. Les sphères d'or avaient respectivement les diamètres de 5 millimètres et $6^{mm},3$. J'ai fait aussi une paire de cylindres d'or, ayant $6^{mm},3$ de diamètre et de hauteur.

L'organe le plus important peut-être de tout l'appareil est le miroir servant de fléau représenté dans la figure 5. J'ai cherché à remplir aussi bien que possible, dans sa construction, un certain nombre de conditions qui, rigoureusement, s'excluent les unes les autres. Il doit être aussi léger

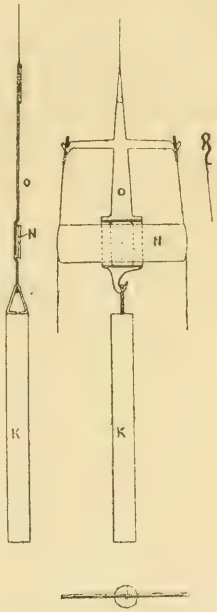


Fig. 5. — *Détail du fléau* O *et du miroir* N. — K, masse additionnelle destinée à la mesure du moment d'inertie de l'équipage.

que possible, posséder un moment d'inertie très faible; la définition optique doit être parfaite, et sa forme doit être telle que l'action de la viscosité de l'air soit très réduite. Je l'ai découpé dans un excellent miroir circulaire, et ses qualités optiques dans le sens horizontal sont plus parfaites que celles du miroir entier. Une fois terminé, il a été fixé à un support en forme de croix en cuivre doré que représente la figure. On a pratiqué, à ses extrémités, deux traits verticaux de dimensions microscopiques, dans lesquels viennent se loger les fils de quartz supportant les sphères, et suspendus aux bras horizontaux. Le crochet central est destiné à recevoir un poids additionnel en forme de cylindre qui permet de déterminer le moment d'inertie de

l'équipage. Il exerce, sur le fil central, une traction rigoureusement égale à celle des balles qu'il remplace, de façon à ne pas modifier le moment antagoniste.

L'expérience m'ayant montré qu'il pouvait être nécessaire de repêcher une des balles après la rupture du fil de quartz qui le supportait, je disposai, dans le fond du tube vertical, une capsule fixée à un fil de soie, à l'extrémité duquel j'avais attaché un très petit morceau de fer. Je reprenais celui-ci à l'aide d'un aimant et, le fil de soie une fois hors du tube, il m'était facile de ramener la sphère.

V

J'ai dit plus haut que les distances des fils de bronze et des fils de quartz supportant les quatre masses doivent être mesurées deux à deux avec la plus grande exactitude. J'ai construit, dans ce but, un comparateur composé de deux microscopes, que l'on peut mettre à la distance convenable; ils sont supportés par le même cadre qui reste en permanence dans la position où l'instrument doit servir. Les deux microscopes étant d'abord pointés sur les fils dont on veut mesurer la distance, le tout est ramené en arrière, et les fils sont remplacés au foyer des microscopes par une échelle divisée sur verre en centièmes de pouce; on n'a plus alors qu'à déterminer, à l'aide du micromètre, la position de chacun des fils par rapport aux deux divisions les plus voisines.

Il est nécessaire, dans ces mesures, d'isoler la cage, car le moindre courant d'air, susceptible d'exercer une force d'un dix-millième de milligramme sur les fils de quartz, rendrait toute mesure illusoire. Or, il ne faut pas compter pouvoir fermer la fenêtre à l'aide d'un verre travaillé optiquement, car le défaut de parallélisme de ses faces produirait sûrement un déplacement de l'image; mais j'ai heureusement trouvé qu'une lame de mica est rigoureusement parallèle et ne produit aucun déplacement.

Il est souvent nécessaire, pendant les expériences, d'agir directement sur les oscillations du miroir. Dans ce but, j'avais disposé au fond du tube central un petit tuyau aboutissant sur la table d'expérience. La fenêtre située derrière le miroir porte, dans une position excentrique, un tube rempli d'ouate. Une légère aspiration à l'extrémité du tuyau fait rentrer une très petite quantité d'air au voisinage du miroir, et le dévie de sa position. Le souffle est si faible qu'on peut, si on le désire, produire un mouvement correspondant à une seule division de l'échelle, soit à 6 ou 7 secondes d'arc, ce qui nécessite une force inférieure à un vingt-millionième de milligramme.

Une expérience complète nécessite 14 opérations distinctes; les huit premières comprennent le montage et l'ajustage de l'instrument, y compris le réglage fait en vue de la 9e opération dans laquelle on emploie le compas optique. Cette dernière est fort importante, car le résultat final dépend directement de la mesure des distances horizontales; de plus, on profite de cette opération pour rendre identiques les plans des fils, et pour corriger toutes les excentricités. La figure 4 représente l'appareil portant le compas optique; après l'avoir retiré pour reporter les distances sur l'échelle en verre, on remet les fenêtres en place ainsi que les tubes protecteurs, on remonte la caisse de bois et on installe les écrans de feutre; l'appareil est ainsi prêt pour la 10e opération dans laquelle on mesure les déviations et les périodes. Comme les variations de la température ont un effet considérable sur ces mesures, je laissais, chaque fois, l'appareil en repos pendant trois jours avant de commencer l'expérience; un repos de quelques heures aurait été absolument insuffisant.

L'opération 11 consiste dans la mesure des périodes avec le cylindre vertical remplaçant les sphères d'or; on détermine en même temps les déviations, toujours très faibles, produites par l'action des sphères de plomb et de la couronne dentée sur le miroir seul.

En général, les déviations mesurées dans une même série concordaient à $\frac{1}{10}$ de division près de mon échelle, ce qui correspond à 3/4 de seconde d'arc; or, le calcul de l'action d'un courant d'air, fondé sur la connaissance de la période, du moment d'inertie et du décrément logarithmique, montre que, si l'air faisait le tour entier du tube en six semaines, de manière à frôler les sphères d'or à la vitesse de 2 millimètres par jour, la déviation résultante aurait été du même ordre de grandeur.

On aurait pu craindre que les diverses pièces mobiles de l'appareil ne fussent susceptibles de prendre des mouvements indépendants; il en serait résulté une certaine erreur dans le calcul du résultat, déduit de l'hypothèse que l'appareil pouvait être traité comme un système rigide; par exemple, les sphères de plomb dévient les sphères d'or de la verticale passant par leurs points de suspension, de telle sorte que leur distance de l'axe diffère de celle qui a été mesurée; mais la déviation est au maximum de deux à trois millièmes de micron, et il n'y a pas lieu d'en tenir compte. Lorsque l'amplitude de l'oscillation atteint 100.000 divisions de mon échelle, la force centrifuge produit une déviation quatre fois plus grande, et j'ai pu me dispenser aussi de l'introduire dans les calculs. Pendant la période accélérée de l'oscillation, les sphères d'or restent légè-

rement en arrière, et la période se trouve ainsi modifiée; mais les constantes de l'appareil sont telles que les masses attirées se trouvent comme à l'extrémité d'un pendule ayant plus de 9 kilomètres de longueur. C'est le pendule équivalent, le plus court qui ait été employé dans les expériences de cette nature; et cependant je n'ai pas cru devoir appliquer une correction pour les quelques pouces des petits pendules additionnels.

Il est une correction que je n'ai pas pu négliger : elle provient de la mobilité de chacune des fibres auxquelles sont suspendues des sphères d'or, et en raison de laquelle ces dernières restent légèrement en retard sur le mouvement du miroir; j'ai eu recours, pour le calcul de cette correction, à l'obligeance du Professeur Greenhill qui, avec le concours du Professeur Minchin, a bien voulu aligner de nombreux logarithmes en vue de résoudre l'équation cubique du mouvement du pendule composé. La correction résultante est de $\frac{1}{7.830}$ du mouvement de torsion du fil de suspension.

Je mentionnerai encore les quatre corrections suivantes, aisées à calculer :

Perturbation due aux supports des sphères de plomb	$= \frac{1}{7.320}$
Perturbation due aux supports des sphères d'or	$= \frac{1}{265.000}$
Attraction des sphères de plomb sur les fils de quartz	$= \frac{+1}{200.000}$
Attraction des sphères d'or sur les fils de bronze.	$= \frac{-1}{115.000}$

Pour pouvoir considérer les cylindres d'or comme des sphères, il faudra appliquer une correction de $\frac{1}{3.300}$, que M. Edser a bien voulu calculer.

VI

La tranquillité absolue est si importante dans les mesures, que j'ai toujours réservé les nuits du dimanche, de minuit à 6 ou 8 heures du matin, pour les observations de la déviation et de la période ; toutes les autres mesures peuvent être faites dans la journée. Le dimanche est le seul jour où l'on puisse observer commodément, car les compagnies de chemins de fer emploient toutes les nuits à composer des trains à un mille environ du laboratoire, et il en résulte un tremblotement continuel qui fait perdre des heures de travail. Un train passant par hasard est moins nuisible; et, heureusement pour moi, la plupart de mes observations ont été faites pendant la grève des charbonnages, durant laquelle les trains étaient moins nombreux. Cependant, lorsque j'évite les perturbations dues aux trains ou au vent, je ne suis pas encore certain de pouvoir travailler. Par exemple, le 10 septembre 1893, à 3 h. 3/4 du matin, j'étais occupé à inscrire au chronographe les passages dans des mesures de durée ; tout était parfaitement tranquille, et à ce moment particulier, les marques sur le tambour se succédaient à un intervalle d'environ 3 secondes. Subitement il se produisit un violent écart de 15 divisions ou 150 unités, bien supérieur à tout ce que les trains peuvent produire. Bien entendu, je dus interrompre tout le travail. La dernière inscription avait été faite à 15 h. 40 m. 14,3 s.; cette observation fut immédiatement portée dans mon carnet comme un tremblement de terre et je pus lire avec un certain plaisir, dans le *Standard* du mardi, qu'à un moment peu éloigné un séisme avait été observé en Roumanie. M. Ch. Davison m'informa que le choc a été inscrit à Bucharest à 15 h. 40 m. 35 s., mais l'épicentre était à une certaine distance de la ville. Bien que la vitesse de propagation du mouvement puisse paraître un peu élevée, il ne me semble pas douteux que la perturbation, dans mon appareil, ne soit due au tremblement de terre de Roumanie.

La viscosité de l'air, qui amortit les oscillations, est un obstacle aux observations de longue durée; j'ai donc pensé qu'il pouvait être intéressant de faire des mesures dans une atmosphère d'hydrogène. J'ai trouvé, en effet, que l'on pouvait tirer un réel avantage de ces observations; mais avec mon appareil, des difficultés de diverses natures rendaient cet avantage illusoire. J'indiquerai cependant comme un résultat intéressant que, dans les limites des erreurs d'expérience, les déviations et les durées corrigées de l'amortissement étaient les mêmes [1].

Il est intéressant de noter que l'élasticité de torsion du fil de quartz diminue lorsque l'on augmente la charge ; ainsi, dans certaines expériences où les cylindres avaient été substitués aux sphères, le couple antagoniste était de 4 °/₀ plus faible; il ne peut y avoir aucun doute sur ce résultat, car la valeur de G, déduite de ces expériences, est pratiquement égale aux autres.

Dans les diverses séries d'expériences que j'ai faites, les sphères de plomb furent retournées et changées de toutes les manières possibles de façon à éliminer tous les défauts possibles de symétrie; ainsi la sphère supérieure fut placée à la partie inférieure, toutes deux furent tournées de 180 degrés autour d'un axe vertical, leur distance

[1] Les mesures dans une atmosphère d'hydrogène m'ont conduit à une observation que je crois nouvelle: le miroir de l'appareil, argenté et verni d'un côté, se courba légèrement dans l'hydrogène de façon à présenter sa convexité du côté où le verre était nu, et reprit sa forme primitive dès qu'il fut de nouveau entouré d'air.

fut réduite de $0^{mm},5$: le résultat resta constant à $\frac{1}{2.400}$ près. Après la huitième série, les balles d'or furent remplacées par des cylindres plus lourds, mais le nombre trouvé resta identique au précédent à $\frac{1}{3.700}$ près. Je cassai alors une extrémité, puis l'autre du fil de quartz ; je le remis en place et, après avoir répété toutes les déterminations, je retrouvai le résultat de la 8e expérience à $\frac{1}{60.000}$ près.

Les expériences 7, 8, 9 et 10 ont été faites dans des circonstances particulièrement favorables, et je les considère comme les meilleures. La dernière a été faite dans de mauvaises conditions ; pressé par le temps, je fus obligé de précipiter trop les opérations, et les mesures de déviation furent faites avant que l'équilibre de température ait été obtenu.

Les résultats de mes mesures sont sommairement indiqués dans le tableau II.

L'ensemble du travail m'a conduit à la conclusion suivante :

Deux sphères de 1 *gramme ayant leurs centres à* 1 *centimètre de distance s'attirent avec une force de* **66,576 × 10⁻⁹ dynes**, *et la densité moyenne de la Terre est* 5,5270 *fois plus grande que celle de l'eau.*

Je dirai encore que, malgré tous les soins que j'ai apportés à ce travail, je n'en suis pas absolument satisfait ; pendant les cinq dernières années, j'ai poursuivi sans relâche ces recherches avec l'espoir de les mener à bien, sachant que, grâce aux admirables propriétés du fil de quartz, et avec l'appareil que j'avais construit, il devenait pour la première fois possible de déterminer la Constante de la gravitation avec une précision égale à celle que l'on obtient dans les mesures électriques et magnétiques. J'espère pouvoir reprendre un jour ce travail, mais les conditions dans lesquelles j'opère sont trop difficiles ; je ne puis pas faire de longues séries d'expériences en un endroit éloigné de toutes les causes de dérangement des appareils ; je ne puis échapper à cette obligation perpétuelle de rentrer à mon travail à Londres ; je devrai ainsi l'abandonner, avec la certitude que des progrès nouveaux seront obtenus par mes procédés, mais qu'ils seront atteints par un physicien plus favorisé que moi.

Tableau II. — Mesure de G par l'auteur.

Nos de la série	DATES	SPHÈRES DE PLOMB			MASSES D'OR		RÉSULTATS	
		Voûte	Mur	Marques	Voûte	Mur	G. (en dynes)	Densité de la Terre
3	1892, 1-30 oct.. . .	2 bas	1 haut	Intérieure	1,3 gramme 4 bas	3 haut	$66,645 \times 10^{-9}$	5,5213
4	1893, 15 août-3 sept.	2 bas	1 haut	—	2,6 grammes 4 bas	3 haut	66,702	5,5167
5	— 4-11 sept.. .	1 haut	2 bas	—	3 haut	4 bas	66,711	5,5159
6	— 12-14 — . .	2 bas	1 haut	—	4 bas	3 haut	66,675	5,5189
7	— 15 — . .	2 bas	1 haut	Extérieure	»	»	66,551	5,5291
8	— 16-18 — . .	1 bas	2 haut	Intérieure	»	»	66,579	5,5268
9	— 27 sept.-3 oct.	1 bas	2 haut	—	cylindres 3 bas	1 haut	66,533	5,5306
10	1894, 1-13 janv.. .	1 bas	2 haut	—	4 bas	3 haut	66,578	5,5269
11	— 14 — . .	2 bas	2 haut	—	4 bas	3 haut	dans l'hydrogène	
12	— 17-21 — . .	2 haut	1 bas	—	3 haut	4 bas	66,695	5,5172
					Résultats admis . .		$66,576 \times 10^{-9}$	5,5270

C. V. Boys,
Membre de la Société Royale de Londres,
Professeur de Physique
à l'Ecole des Mines de South-Kensington.

REMARQUES SUR LA LOI DE NEWTON

A l'occasion de la magistrale étude de M. C. Vernon Boys sur la constante de la gravitation, il semble utile d'appeler l'attention du lecteur sur la nature même de l'attraction newtonienne. Les conceptions courantes à cet égard vont-elles se modifier? Certaines tendances qui, depuis quelques années, se manifestent en Physique, portent à le présumer. Notamment les vues de Maxwell et les démonstrations expérimentales de Hertz, la belle découverte de Rœntgen, l'application des théorèmes de la Thermodynamique aux actions chimiques orientent les esprits dans une direction qui conduit, non certes à résoudre, mais à considérer sous un jour quelque peu nouveau le problème général de l'attraction. Sans vouloir traiter, dès à présent, un tel sujet d'une façon complète, nous avons pensé qu'il importait d'en donner, au moins, un aperçu. L'article suivant, que nous avons demandé à l'un des plus modernes représentants de la Physique, n'a d'autre but que d'attirer sur cette grande question les méditations des hommes de science.

(Note de la Direction.)

Dans son admirable simplicité, la grande loi par laquelle Newton est parvenu à expliquer les faits les plus dissemblables et les plus complexes, est encore entourée d'un profond mystère. A première vue, elle semble presque une nécessité inéluctable; mais, plus on cherche à se rendre compte de son essence même, plus on voit sa cause première s'éloigner; semblable, sous son vêtement mathématique, à un certain nombre d'autres lois relatives aux actions que l'on nommait autrefois les *forces à distance*, elle en diffère, en réalité, du tout au tout.

Nous le verrons plus nettement lorsque nous aurons discuté les éléments de cette grande loi naturelle, dont la connaissance est due aux patients efforts de l'un des plus grands génies des temps modernes.

I

La première des relations établies par Newton est la loi des masses : *deux corps s'attirent en raison directe de leurs masses.*

En apparence, cette expression présente une grande analogie avec celle des lois élémentaires de Coulomb; en réalité, elle en diffère profondément. Les lois de Coulomb sont de simples théorèmes d'addition, qui expriment le fait suivant : si l'on accumule, en un même point de l'espace, des quantités d'électricité ou de magnétisme doubles, triples, quadruples, les actions électriques ou magnétiques émanant de ce point sont doublées, triplées, quadruplées. L'unité d'électricité ou de magnétisme est jusqu'ici arbitraire, et se déduit de ces lois elles-mêmes. De plus, les entités que, pour la commodité de l'expression, l'on désigne sous le nom d'*Électricité* ou de *Magnétisme*, sont d'une seule espèce dans chaque domaine, le sens positif ou négatif dépendant de la position d'un zéro arbitraire.

En Mécanique, au contraire, nous possédons une définition primordiale de la *masse*, soit comme quotient des forces par les accélérations, soit comme capacité énergétique, les deux autres quantités fondamentales étant, dans ce dernier cas, l'*énergie* et la *vitesse*.

La loi de Newton est une loi d'addition, tant qu'il s'agit d'une seule et même matière; elle le demeure même lorsque l'on envisage des matières diverses auxquelles on attribue d'abord des coefficients attractifs différents. Mais le grand fait que montre l'expérience est l'égalité parfaite des coefficients attractifs des diverses matières qui constituent l'Univers.

C'est ce fait que Newton découvrit d'abord, en mesurant la durée d'oscillation d'un pendule dans lequel on pouvait changer à volonté la nature de la masse suspendue. Il reconnut alors, avec la précision que comportaient les moyens dont il disposait (précision de $\frac{1}{1.000}$ environ), que la durée d'oscillation semblait indépendante de la nature du corps attiré par la Terre, que, par conséquent, la résistance au mouvement était exactement proportionnelle à l'attraction, ou que l'accélération de tous les corps à la surface de la Terre est la même.

Les expériences furent répétées plus tard par Bessel, qui arriva au même résultat avec une précision sensiblement plus grande que celle à laquelle Newton avait dû s'arrêter.

C'est là le sens vrai de la première loi de Newton, et les mouvements des corps célestes, que l'on en déduit, en confirment l'exactitude dans des limites de précision très éloignées; ce seul fait eût pu conduire, avant la découverte de l'analyse spectrale, à l'idée de l'unité de composition des astres formant le système solaire, ou, tout au moins, à l'affirmation que toutes les matières qui y sont contenues possèdent une propriété commune.

Nous dirons encore que les expériences dans

cette direction ont pu être poussées jusqu'à une précision bien supérieure à celle que permet d'atteindre le pendule. La balance est, de tous les instruments de mesure, le plus délicat et le plus précis; une balance bien construite permet d'obtenir, dans la comparaison des étalons de masse, une exactitude un peu supérieure à un cent millionième, ce qui correspondrait, dans des mesures de longueur, à quelques centimètres sur le quart du méridien terrestre. On a pu utiliser cette extrême sensibilité de la balance pour rechercher si la composition chimique des corps agit sur leur force attractive. Deux corps, sujets à se combiner, sont placés, dans ce but, dans les deux branches d'un tube en U renversé scellé à la lampe; on pèse le tube, puis on provoque la combinaison. Dans aucun cas on n'a pu observer jusqu'ici une variation du poids supérieure aux limites des erreurs d'observation.

Un tel changement, s'il existait, mettrait en défaut la loi de la conservation de l'énergie, puisqu'on pourrait provoquer la combinaison et la dissociation d'un corps en deux points situés sur deux surfaces de niveau différentes; on aurait ainsi la possibilité de récupérer du travail à chaque cycle.

Deux hypothèses peuvent être invoquées pour expliquer l'égalité des coefficients d'attraction pour tous les corps : l'une est renfermée dans une très ingénieuse remarque de M. Boussinesq : les lois de Kepler étant une conséquence de la loi de Newton, a fait observer l'éminent mathématicien, un corps non soumis à cette dernière n'obéira pas davantage aux premières; il devra donc quitter notre système planétaire, qui a pu s'épurer ainsi par sélection.

Il ne semble pas, toutefois, que cette idée de M. Boussinesq soit l'expression d'un fait. D'abord, l'analyse spectrale nous révèle une composition des étoiles éloignées analogue à celle que présentent les corps du système solaire, ou tout au moins le Soleil et la Terre, que nous connaissons seuls quant à leur composition chimique; on devrait donc admettre que les corps dissidents ont été renvoyés non seulement du système solaire, mais hors des limites du monde exploré jusqu'ici. De plus, on ne comprendrait pas pourquoi un grand nombre de matières diverses, dont toutes les propriétés physiques sont différentes, posséderaient *par hasard* un certain coefficient numériquement identique.

On trouve, en revanche, un éclaircissement dans l'hypothèse de l'unité de la matière, que tant de faits semblent corroborer. Les attractions newtoniennes agiraient alors sur les particules ultimes de chaque matière, particules bien plus ténues que l'atome chimique, et qui seraient les mêmes dans tous les corps de l'Univers.

La première loi de Newton deviendrait ainsi une simple loi additive, appliquée à une matière unique, premier constituant de tous les corps que nous connaissons.

Les attractions newtoniennes ne sont peut-être pas le seul phénomène dans lequel interviennent ces corpuscules élémentaires. Ainsi que le faisait remarquer récemment M. J.-J. Thomson, la relation entre la densité des corps et leur pouvoir absorbant pour les rayons X conduirait à penser que l'opacité pour ces rayons dépend, en définitive, du nombre de ces corpuscules rencontrés sous une épaisseur donnée. Sans doute, l'absorption des rayons X ne dépend pas uniquement des masses rencontrées; mais nous y trouvons, pour la première fois, l'ébauche d'une relation naturelle entre la densité et l'opacité, pour des radiations auxquelles la plupart des physiciens s'accordent à reconnaître les propriétés des vibrations très rapides.

La loi des masses conduit à une conséquence singulière en ce qui concerne la capacité dynamique du milieu transmettant les actions. Nous supposons cette loi vraie sans limites; en d'autres termes, nous admettons que les efforts restent proportionnels au produit des masses, quelque grand que soit ce produit. Or, si nous calculons l'effort total d'attraction que le Soleil exerce sur la Terre, nous trouvons que, pour en obtenir l'équivalent, il faudrait exercer, sur un fil du meilleur acier ayant un diamètre égal à celui de la Terre, un effort suffisant pour le rompre. Si nous nous bornons à la partie centrale de la Terre, l'effort est bien plus considérable encore. Il est certain aussi que quelques étoiles doubles, animées d'un mouvement de rotation rapide autour du centre de gravité du système, développent une force centrifuge très supérieure à celle de la Terre; cette force centrifuge, équilibrée par une attraction mutuelle des deux astres, donne lieu à des tensions plus fortes encore que celle que nous venons de calculer. Il est donc bien sûr que le milieu qui transmet les attractions newtoniennes peut être soumis à des tensions supérieures à celles qui réduiraient en poussière les plus solides de nos métaux. Cependant, on est en droit de se demander si la résistance de ce milieu à la rupture est illimitée et si, par conséquent, la loi des masses est indéfiniment vraie.

S'il n'en était pas ainsi, on trouverait nécessairement que, dans un système planétaire donné, la quantité de matière susceptible d'être soumise à la fois, dans une direction déterminée, à l'action d'un astre central, serait forcément limitée. Si la matière non soumise à la force centripète restait

attachée à un corps céleste, celui-ci ne serait plus soumis aux lois de Kepler; ce surplus de matière pourrait, peut-être, dans certains cas, se détacher et voyager seul, jusqu'à ce qu'il ait retrouvé une direction où l'attraction ne serait plus à son maximum. Il formerait un astre nouveau soumis aux lois de Kepler.

Cette conclusion est, hâtons-nous de le dire, sans aucun fondement astronomique; elle pourrait même passer pour une simple plaisanterie si, en la retournant, on n'avait quelque chance de trouver la possibilité d'un éclaircissement sur les causes de la gravitation. Nous devons admettre : ou que la grosseur d'un astre circulant sur une orbite donnée est limitée par le maximum d'effort qui peut se produire en un point de l'espace; ou bien que cette force est sans limites. On sera alors presque forcément conduit à supposer que le mode de propagation des attractions est énergétique.

Pour tous les corps que nous connaissons, il existe une charge au delà de laquelle la rupture se produit forcément; au contraire, il est impossible de fixer la limite de l'énergie que peut transmettre un corps en mouvement.

II

La deuxième loi de Newton est la loi des distances. *Deux corps s'attirent en raison inverse du carré de leur distance.*

On a pensé pouvoir ramener cette loi au fait que l'angle sous lequel un corps est vu à partir d'un point varie dans la même proportion; la deuxième loi de Newton devenait ainsi un simple théorème de Géométrie. Mais la difficulté ne se trouve que déplacée. Lorsque, en Optique, nous considérons une enveloppe sphérique allant en s'élargissant, nous démontrons, sans la moindre difficulté, que le flux lumineux intercepté par une même surface est inversement proportionnel au carré du rayon de la sphère dont le point lumineux occupe le centre. Il suffit d'échafauder la démonstration sur deux hypothèses élémentaires : la première est que l'espace compris entre le centre de la sphère et son pourtour laisse passer la radiation sans en rien absorber; la seconde est que l'enveloppe absorbe toute la radiation qu'elle reçoit. La loi du carré de la distance est alors une loi *nécessaire* relative aux surfaces.

Mais la loi de Newton est une loi de masses ou une loi de volumes. Pour bien en saisir la nature, nous examinerons le cas où une masse agit sur une portion concentrique d'enveloppe sphérique d'épaisseur finie. S'il s'agit de recevoir une radiation, nous pourrons, par exemple (fig. 1), faire glisser une partie de la matière AB à côté de la région considérée BC. Si la matière qui compose l'enveloppe sphérique est opaque, la quantité de lumière reçue sera proportionnelle à la surface vue à partir du centre, et cette surface, comme la quantité de lumière reçue, pourra varier depuis zéro jusqu'à la sphère entière, c'est-à-dire jusqu'à la totalité de la lumière émise. Nous voyons donc qu'il manque à la comparaison optique la première condition de ressemblance avec le cas des attractions newtoniennes; sans changer la distance moyenne de la matière qui reçoit le flux lumineux, on peut faire varier dans des proportions quelconques la quantité de lumière reçue; on ne peut donc pas conclure, de l'exactitude de la loi du carré en Optique, à cette même loi, dans le cas des attractions newtoniennes; il faut, pour que la comparaison soit complètement juste, qu'une autre condition soit remplie : la condition de transparence.

Reprenons notre portion d'enveloppe sphérique

Fig. 1.

d'épaisseur finie, mais supposons-la formée d'un corps translucide; séparons-la en deux lames concentriques par une sphère centrée sur la source de lumière O; nous pourrons faire glisser la partie postérieure AB à côté de la partie antérieure en BC, et, en rétablissant le carré moyen des distances, capter, sur la sphère, un faisceau lumineux double du premier. Comparons maintenant les quantités de lumière reçues dans les deux cas. Lorsque les deux enveloppes étaient superposées, la première interceptait une partie des rayons, de telle sorte que la seconde était moins vivement éclairée que ne le comportait sa position par rapport à la source; donc, dans la superposition des deux moitiés de l'enveloppe, la quantité de lumière reçue par l'ensemble de la matière translucide est inférieure à ce qu'elle est dans la juxtaposition.

Il faut arriver à la transparence parfaite pour retrouver l'égalité; mais alors l'action de la lumière sur l'enveloppe est rigoureusement nulle [1]. Nous

[1] Soient, en effet, σ la surface exposée à la radiation, α le coefficient d'absorption de la matière considérée, $2x$ l'épaisseur primitive de la lame. Nous éliminons la variation de

voyons ainsi que la loi du carré des distances peut devenir une loi de volume, mais à la condition que le corps soumis à cette loi soit absolument transparent. Voilà le second point qui assigne à la loi de Newton une place à part dans les lois naturelles: l'action se produit à travers les corps qui la subissent, sans en être affaiblie.

La transparence parfaite découle aussi de la loi des masses, comme on le voit immédiatement.

III

Les deux lois de Newton dépendent d'un autre facteur : la vitesse de transmission de l'action; dans toutes les applications que l'on fait de ces lois, on suppose que les forces attractives sont centrées sur les masses en présence, ce qui cesserait d'être exact si les vitesses propres des corps n'étaient pas négligeables par rapport à la vitesse de transmission de l'action. Laplace a déjà examiné, dans sa *Mécanique céleste*, les modifications du mouvement des planètes qui résulteraient du retard de transmission des actions newtoniennes; la question a été reprise à mesure que les observations devenaient plus précises, mais jusqu'à ce jour les résultats de cette investigation ont été nuls. On a toujours trouvé que la vitesse de translation des corps célestes est rigoureusement négligeable comparée à la vitesse de transmission des actions newtoniennes.

Newton déjà s'exprimait très prudemment sur la nature des forces à distance; il faisait généralement précéder l'énoncé de sa loi de la phrase d'introduction : « Tout se passe comme si »; en réalité, il croyait à l'existence d'un milieu transmettant les actions ; il poussait même cette idée jusqu'à ses extrêmes limites, en disant qu'il est aussi absurde de supposer des forces agissant à des distances invisibles que des forces agissant directement entre des corps célestes ; il pensait que les forces se transmettent de proche en proche, par l'intermédiaire d'un milieu continu.

Les grands progrès dans les théories électriques datent du moment où l'on a généralement compris qu'il doit en être ainsi pour les actions électromagnétiques, et surtout depuis qu'on a réussi à mesurer la vitesse de transmission des actions par l'intermédiaire de l'éther. On conçoit que les actions newtoniennes deviendraient elles-mêmes beaucoup plus intelligibles lorsqu'on aurait fixé une limite à leur vitesse de propagation.

La loi de la conservation de l'énergie entre des systèmes matériels dépend, d'ailleurs, de cette vitesse ; elle cesse d'être rigoureusement vraie du moment où la vitesse de transmission n'est plus infinie. Considérons, en effet, un corps animé d'un mouvement circulaire dans un champ d'attraction, par exemple un volant tournant, au voisinage d'une planète, autour d'un axe horizontal par rapport à la surface de la planète ; si la vitesse de transmission des attractions est finie, les poids des parties du volant qui s'approchent de la planète seront un peu différents de ceux des parties qui s'en éloignent, et la vitesse du volant variera d'elle-même. Mais la vérification faite sur les planètes nous montre qu'une semblable variation sera toujours pratiquement infiniment petite par rapport aux quantités que l'on peut mesurer.

En résumé, les lois de Newton entraînent, comme hypothèse la plus probable, l'idée de l'identité de la matière primordiale qui forme tous les corps que nous connaissons. Elles supposent la transparence parfaite des corps en présence et du milieu qui transmet les actions. Contrairement à ce qui se passe pour d'autres forces transmises d'une manière semblable, ce milieu n'exerce aucune influence sur la force d'attraction.

IV

Nous avons vu que la loi des masses a été vérifiée par des expériences très précises; il serait imprudent de dire qu'elle est rigoureusement exacte, mais on peut affirmer qu'il a été impossible jusqu'ici de révéler un écart qui la mette en défaut.

En est-il de même de la loi du carré des distances ? L'opinion actuelle est pour la négative. Sans parler des forces qui s'exercent à très petite distance, et dont nous allons aborder l'étude, nous dirons que M. Newcomb, discutant par une profonde analyse les mouvements des corps qui composent le système solaire, a trouvé, comme hypothèse la plus probable expliquant diverses perturbations, un léger écart de la loi du carré de la distance : suivant MM. Newcomb et A. Hall, l'exposant serait plus grand que 2, mais seulement de 0,000.000.1574. M. Newcomb ne considère pas, du reste, que cette hypothèse soit la seule admissible. Mais, si on la reconnaissait exacte, il en résulterait, semble-t-il, une légère modification de nos idées quant à la

---

la distance au centre en supposant la lame limitée latéralement par des rayons.

La quantité de lumière arrêtée par la lame est, à un facteur constant près, dans le cas de la superposition :

$$I_1 = \sigma\left(1 - e^{-2\alpha x}\right);$$

dans le cas de la juxtaposition :

$$I_2 = 2\sigma\left(1 - e^{-\alpha x}\right).$$

La différence de ces deux expressions est :

$$I_2 - I_1 = \sigma\alpha^2 x^2 - \ldots\ldots;$$

cette différence est négligeable vis-à-vis de $2\sigma\alpha x$ lorsque σx est un infiniment petit de premier ordre, c'est-à-dire lorsque l'absorption est nulle.

transparence de la matière ou du milieu qui transmet les actions[1].

Si nous abordons maintenant la question par un autre côté, celui de la Physique moléculaire, nous trouverons la loi de Newton apparemment en défaut. Il est certain qu'aux très petites distances les lois des attractions sont profondément modifiées; d'une part, les masses n'interviennent plus seules; la nature des corps en présence devient un facteur prépondérant de leurs actions mutuelles; d'autre part, la loi du carré des distances cesse de se vérifier.

La loi du carré des distances a trouvé, il est vrai, d'illustres défenseurs; ainsi, lord Kelvin a montré, dès l'année 1863, que certains groupements atomiques conduisent à des lois d'attraction suivant les puissances plus élevées, bien que, pour chaque atome individuel, la loi du carré des distances reste vraie.

Cependant, la plupart des auteurs considèrent qu'il est nécessaire d'introduire, dans l'expression des forces, un terme qui devienne prépondérant aux petites distances, et rende le terme newtonien négligeable; c'était, déjà, d'ailleurs, l'idée de Newton. Ce deuxième terme posséderait, dans tous les cas, une forme mathématique complexe; il devrait rendre compte de l'augmentation considérable des attractions à une faible distance, et de leur passage graduel à une répulsion, à une distance plus faible encore.

Ce deuxième terme peut, qu'on le remarque, être d'une nature essentiellement différente du terme principal dans la loi d'attraction aux grandes distances; ce dernier suppose, comme nous l'avons vu, la transparence du milieu, qu'il n'y a pas lieu d'admettre aux très petites distances. L'idée de son opacité relative a été franchement admise par M. van der Waals, qui introduit dans sa formule un terme exponentiel dont l'exposant dépend du rapport des deux constantes de la capillarité suivant Laplace.

Plusieurs auteurs, entre autres Maxwell, admettent que le terme attractif ajouté à celui de Newton doit contenir l'inverse de la quatrième puissance de la distance; le terme répulsif devrait alors être inversement proportionnel à une puissance supérieure à la quatrième. Dans un travail récent, M. Galitzine a traité la question des actions à faible distance au point de vue des forces électromagnétiques. Considérant chaque molécule comme un résonnateur, il cherche l'expression des forces réciproques des courants dus aux déplacements des charges atomiques. L'expression à laquelle il arrive dépend de la forme des molécules en présence. Dans les deux cas extrêmes, d'une molécule infiniment longue par rapport à ses dimensions transversales, et d'une molécule de forme circulaire, on arrive à des expressions différentes pour la loi des attractions. Considérant cette dernière forme comme la plus probable, M. Galitzine en déduit, pour les distances moléculaires, mais non pour les plus petites, la loi de l'inverse de la quatrième puissance qu'avait adoptée Maxwell. Lorsque la distance diminue, les forces attractives se transforment en forces répulsives.

Dans cette manière d'envisager les phénomènes, la loi des actions entre les masses, telle que l'a indiquée Newton, ne serait pas incomplète; le terme additionnel qui devient prépondérant à faible distance serait dû à un ordre de phénomènes bien différent de celui qui comprend la loi newtonienne. La loi des masses pourrait rester additive pour une même matière; mais elle cesserait de l'être dans le passage d'un corps à un autre.

La vitesse de transmission des forces contenues dans les termes additionnels peut aussi être très différente de celle des actions entre les masses.

Le fait que la loi newtonienne ne rend pas compte des actions à très petite distance ne la met donc point en défaut, pas plus que les actions qui interviennent dans l'action mutuelle des corps chargés d'électricité ne sont susceptibles de la fausser; les forces étrangères à celles qui existent entre les masses peuvent être incomparablement plus grandes que ces dernières; la loi des masses n'en reste pas moins vraie.

Cette manière d'envisager la loi générale des attractions en simplifie singulièrement l'intelligence; la loi de Newton reste intacte : les termes qui semblent la fausser sont d'une nature physique essentiellement différente.

Ch.-Ed. Guillaume,
Docteur ès sciences.
Physicien au Bureau international
des Poids et Mesures.

[1] Cette conclusion deviendrait plus nette encore comme conséquence de la formule $F = \frac{Cm_1m_2}{r^2} e^{-\lambda r}$, par laquelle M. Seeliger représente les attractions newtoniennes, en vue d'expliquer le mouvement du périhélie de Mars.

LES RECHERCHES RÉCENTES DE PSYCHOLOGIE PHYSIOLOGIQUE

SUR LA CIRCULATION CAPILLAIRE ET LES PHÉNOMÈNES VASO-MOTEURS

Cet article serait bien incomplet s'il était destiné à faire connaître tous les travaux récents sur la physiologie de la circulation capillaire. Je me suis placé uniquement au point de vue de la Psychologie, et je me borne rigoureusement à parler des travaux de Physiologie qui ont été faits sur l'homme et ont quelque intérêt pour la connaissance de l'homme intellectuel et moral.

Les travaux accomplis dans ce sens pendant ces toutes dernières années sont de deux ordres : dans les uns, les physiologistes et cliniciens ont étudié directement la circulation cérébrale pendant le travail intellectuel, chez des individus ayant des pertes osseuses du crâne; dans les autres, on a enregistré seulement le pouls capillaire des bras ou des jambes; de là une division toute naturelle de notre sujet : nous examinerons d'abord ce qui a trait au cerveau, et en second lieu ce qui a trait aux autres parties du corps.

I. — Cerveau.

A l'étude de la circulation du sang dans le cerveau pendant le travail intellectuel se rattache le nom de Mosso[1], le célèbre physiologiste de Turin, qui, le premier, a vu clair dans cette question compliquée; avec une grande sûreté, et une belle richesse de méthodes (pléthysmographes de divers ordres, balance, etc.), Mosso a étudié les changements de volume du cerveau chez des individus qui présentaient par accident des pertes considérables des os crâniens. Il a constaté que pendant l'activité intellectuelle, dépensée à faire un calcul mental, ou sous l'influence des émotions, le volume du cerveau augmente. Gley, par de nombreuses expériences, faites sur lui-même, en enregistrant le pouls carotidien pendant la lecture, a confirmé et précisé cette observation[2]; il a montré que l'augmentation d'afflux de sang dans le cerveau ne tient pas à une suractivité du cœur, mais bien à une influence vaso-motrice, à une vaso-dilatation active des carotides.

Des recherches ultérieures de Mosso[3], de Morselli et Bordoni-Uffreduzzi[1], de François-Franck[2], de Sarlo, de Binet et Sollier[3], et enfin les recherches toutes récentes de Patrizi[4], semblent avoir mis hors de doute ce premier fait, d'une importance capitale, que le cerveau augmente de volume pendant son état d'activité. C'est une notion qui ne sera plus ébranlée.

Un second fait a été bien étudié par Mosso, et revu sous des formes diverses par ses successeurs : c'est que les perceptions inconscientes peuvent, comme les perceptions conscientes, provoquer un afflux de sang au cerveau. Mosso inscrivait le pouls cérébral d'un sujet endormi, et constatait que toutes les fois qu'un bruit inopiné, bruit de parole, de porte, etc., se faisait entendre dans le laboratoire silencieux, le pouls s'élevait en dilatation sur le tracé, bien que le sujet ne se fût pas réveillé. Tamburini et Seppili[5] ont fait des observations analogues sur le pouls de l'avant-bras chez une femme hystérique, qu'ils avaient endormie en léthargie, et qui semblait être séparée complètement du monde extérieur ; une piqûre d'épingle, l'articulation du nom de la malade, impressionnaient son pouls. Enfin, Hallion et Comte, tout dernièrement[6], ont répété, confirmé et étendu cette expérience, qu'ils ignoraient d'ailleurs, sur des hystériques de la Salpêtrière, mises en état de léthargie, et sur des hystériques anesthésiques totales; la piqûre d'une main anesthésique provoque une vaso-constriction, et une parole qui ne paraît pas entendue amène le même effet. Il ne résulte pas rigoureusement de ces expériences, cela va sans dire, que les impressions produites ont été inconscientes au moment de leur production; peut-être dans certains cas y a-t-il eu conscience fugitive, suivie d'oubli. Mais ce qu'on doit considérer comme prouvé, c'est que l'activité cérébrale peut continuer son office chez certains malades sans que leur conscience actuelle leur en donne le témoignage. Le témoignage de la conscience est moins sûr que celui du tracé.

[1] La circolazione del sangue nel cervello... etc., *Atti della R. Accad. dei Lyncei*, 1880.

[2] *Etude expérimentale sur l'état du pouls carotidien pendant le travail intellectuel*. Paris, 1881.

[3] *La temperatura del cervello*; le ch. XII contient plusieurs expériences pléthysmographiques.

[1] Sui cangiamenti della circolazione cerebrale prodotti dalle diverse percezioni simplici, *Arch. di psychiatria*, 1884.

[2] Article « Cerveau » du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*.

[3] *Arch. de Physiologie*, 1895.

[4] *Rivista musicale italiana*, III, 2, 1896.

[5] Tamburini e Seppili : Ricerche sui fenomeni di moto... etc., *Riv. speriment. di fren.*, Reggio-Emilia, 1882.

[6] *Arch. de Physiologie*, I, 1895, p. 90.

Je trouve encore, dans cet ensemble de recherches, à citer une troisième observation bien intéressante pour la Psychologie : le changement de volume du cerveau qui a lieu par excitation psychique ou travail intellectuel est *lent à se produire*; le temps nécessaire à sa production dépasse de beaucoup le temps physiologique de perception. Aussi a-t-on été forcé d'admettre — et Morselli (cité plus haut) a insisté un des premiers sur ce point important, — que l'hyperémie du cerveau n'est pas une cause, une condition de l'activité psychique, elle en est bien plutôt un effet, puisqu'elle suit la mise en branle de cette activité. C'est aussi à cette conclusion que je suis arrivé avec mon collaborateur M. Courtier, d'une manière indépendante, en étudiant l'effet de la surprise sur le pouls de l'avant-bras ; ce n'est que deux secondes après qu'on a ressenti le choc de surprise que le pouls de l'avant-bras se modifie : par conséquent, on ne saurait considérer avec Lange l'état de surprise comme ayant pour base la perception d'une modification vaso-motrice, puisque celle-ci est toujours tardive. Nous reviendrons sur ce point tout à l'heure.

Telles sont à peu près, si je ne me trompe, les notions acquises aujourd'hui sur les changements de volume du cerveau pendant l'activité intellectuelle; je laisse de côté, bien entendu, beaucoup de recherches connexes, et notamment tout ce qui concerne l'échauffement de la masse cérébrale, parce que cela n'est pas notre sujet.

Il reste à dire quelles sont les questions qui sont encore discutées. La principale est celle du mécanisme par lequel se fait l'afflux de sang au cerveau. Mosso, dans ses premières recherches, avait constaté une constriction de l'avant-bras, correspondant à la dilatation cérébrale, pendant que son sujet exécutait un calcul mental, et il en avait conclu l'existence d'un antagonisme entre le cerveau et le reste du corps. Ses expériences avec la balance, quoique moins probantes, parlaient dans le même sens. Puis d'autres auteurs ont discuté et expérimenté pour savoir si le cerveau est hyperémié par une dilatation active de ses vaisseaux, ou s'il se congestionne passivement par suite d'un afflux de sang chassé vers la tête par les autres organes du corps[1]. Aucune preuve péremptoire n'est venue trancher le débat. Mais ce qui paraît assez bien établi, c'est qu'il faut dès à présent abandonner l'idée d'un antagonisme entre la circulation du cerveau et celle des membres.

Une foule d'expériences sont en contradiction avec cette conception simpliste. Mosso, dans son dernier livre sur la température du cerveau, abandonne son idée favorite, et Patrizi, un physiologiste qui vient d'étudier l'influence de la musique sur la circulation cérébrale, se prononce aussi dans ce sens. En prenant à la fois le pouls cérébral et le pouls de l'avant-bras pendant le travail intellectuel, ce dernier auteur a constaté que ce qu'il y a de constant, c'est l'élévation de la courbe cérébrale, indiquant l'augmentation de l'afflux de sang dans le cerveau : quant à la courbe du bras, tantôt elle monte, tantôt elle descend, tantôt elle n'est pas impressionnée; elle ne présente aucune réaction constante ; les deux courbes sont donc indépendantes dans une large mesure, et il n'y a pas antagonisme entre le cerveau et les membres[1].

II. — Méthodes pour étudier la circulation capillaire dans les membres

L'idée de rechercher quelles sont les modifications qui se produisent dans la circulation capillaire des membres sous l'influence de divers facteurs, était surtout inspirée, dans ces dernières années, par la thèse de Mosso sur l'antagonisme du cerveau et des membres. Aujourd'hui que cette thèse est abandonnée, une autre a surgi, celle de James-Lange, qui considère les émotions comme résultant de la perception des modifications vasomotrices, et il n'en a pas fallu davantage pour encourager beaucoup de psychologues à entreprendre des recherches sur les capillaires, avec le désir de soumettre à une épreuve cruciale la théorie si ingénieuse que James et Lange viennent de proposer.

La technique a reçu dans ces derniers temps un perfectionnement des plus heureux. Jusque-là on se servait presque uniquement d'appareils à déplacement liquide, dans lesquels on plongeait l'avant-bras ou le pied, pour mesurer le changement de volume de ces membres; les déplacements du liquide, produits par les contractions ou les dilatations du membre tout entier, se concentraient dans des tubes étroits où les changements de niveau pouvaient être observés à l'œil nu (Piégu, Chelius), ou bien enregistrés avec des flotteurs (Fick, Mosso) ou des tambours de caoutchouc (Franck). Ces appareils étaient de grande dimension, fort incommodes à manier, enregistrant les mouvements inconscients, ne permettant pas des applications rapides, ni des applications longtemps continuées.

Deux physiologistes distingués, Hallion et Comte, ont inventé récemment d'ingénieux appareils fondés sur un principe tout différent. Ces pléthys-

[1] Mosso a exposé brièvement cette discussion dans son livre sur la *Température du cerveau*, cité plus haut.

[1] Il serait possible cependant que l'antagonisme existât entre la circulation du cerveau et celle de l'abdomen. (Wertheimer, *Arch. de Physiologie*, 1893, p. 297.)

mographes nouveaux sont des cylindres ou des valves de caoutchouc qu'on enferme, avec le membre à explorer, sous une enveloppe rigide, de telle manière que le volume du membre et celui de l'ampoule changent toujours en sens inverse ; en adaptant à l'ampoule un mode de transmission par air, on recueille avec beaucoup de délicatesse la forme du pouls capillaire, ce qui est la pierre de touche d'un bon pléthysmographe[1]. On nous annonce la construction en Allemagne et en Amérique de nouveaux appareils ; nous ne les connaissons pas autrement, mais, si on en juge par les tracés publiés, ils sont moins parfaits que ceux de Hallion et Comte.

Il reste une lacune à combler, c'est la mesure de la pression sanguine chez l'homme. Beaucoup d'appareils ont été inventés à cet usage, notamment celui de Potain ; les plus simples sont les sphygmomètres de clinique (Bloch, Chéron, Verdin) avec lesquels on écrase l'artère radiale jusqu'à ce qu'on ne la sente plus battre sous le doigt placé entre l'appareil et l'artère ; ces instruments ont le tort de donner une impression purement subjective. Des sphygmographes ont été construits pour mesurer exactement la pression du sang artériel ; le dernier est celui de Philadelphien ; je ne sais pas ce qu'il vaut, ne l'ayant pas employé. Enfin, l'an dernier, Mosso a fait construire un sphygmomanomètre, qui semble inspiré d'un ancien appareil de Marey, et qui est destiné à mesurer la pression du sang dans les capillaires ; les doigts sont placés dans des tubes de caoutchouc qui supportent une pression liquide, mesurable avec un manomètre à mercure, et on augmente la pression jusqu'à ce que le pouls ne puisse plus faire osciller la colonne de mercure du manomètre. Mosso et ses élèves Colombo et Kiesow sont les seuls qui jusqu'ici aient expérimenté cet appareil.

En somme, les pléthysmographes en usage jusqu'ici peuvent nous renseigner sur les changements de volume, mais ils nous laissent encore dans l'ignorance sur un grand nombre de points importants ; voilà pourquoi la question est encore si peu avancée. Il y a dans la circulation capillaire bien d'autres choses à considérer que le changement de volume : le travail du cœur, la quantité de sang et la pression, l'état de contraction, de dilatation ou de tonicité des artérioles ; il est très difficile, presque impossible, de mesurer ces phénomènes sur l'homme, aussi règne-t-il une grande incertitude, à ce point qu'on n'est pas d'accord sur les différences caractérisant le pouls de haute tension et le pouls de faible tension.

[1] On trouvera la description de ces appareils, avec figures, dans l'*Année psychologique*, I, p. 296. Paris, 1895.

III. — Résultats des méthodes précédentes.

Essayons maintenant de résumer ce que nous ont appris les différents pléthysmographes sur la circulation capillaire, dans ses rapports avec les états psychiques. Marey, Fr. Franck et Mosso ont préparé et rendu possibles les recherches dans ce domaine en contrôlant la véracité des appareils par des expériences multiples sur la compression des artères et des veines, sur l'effet des excitations brusques, de la chaleur, du froid, de l'exercice, de diverses substances médicamenteuses, sur la distinction entre les différents modes de constriction et de dilatation. Nous ne pouvons malheureusement pas nous étendre sur ces expériences classiques, parce qu'elles sortent de notre sujet. Il y a cependant un devoir tout élémentaire de reconnaissance à accomplir en rappelant ici les noms de ces éminents physiologistes.

Hallion et Comte, eux aussi, sont restés cantonnés presque exclusivement dans la Physiologie. On leur doit, outre leur belle technique, des recherches sur les oscillations respiratoires, et aussi sur la constriction profonde que provoque une inspiration brusque ; leur opinion est que cette constriction est un acte réflexe, et que la légère montée du tracé qui la précède tient, dans certains cas, à une compression veineuse, produite par la dilatation brusque du thorax.

§ 1. — Excitations psychiques.

Avec l'étude des sensations nous pénétrons dans la Psychologie proprement dite. C'est une question qui a été abordée de bien des côtés, par Féré[1] par exemple dans ses recherches sur les hystériques. Il est incontestable que toute excitation brusque, qui provoque l'étonnement, la surprise, détermine une vaso-constriction réflexe, une pâleur des tissus, alors même que le rythme de la respiration n'a pas été changé. Cette constriction est souvent précédée, comme Féré l'a bien vu, d'une légère et très courte élévation du tracé capillaire, par conséquent d'une courte augmentation de volume périphérique, durant environ deux secondes. Dans nos recherches avec Courtier sur ce point, nous avons surtout mis en lumière[2] le caractère individuel de ces réactions, qui expriment si bien la personnalité du sujet, et montrent que le système vaso-moteur a un degré d'impressionnabilité qui varie énormément d'un individu à l'autre.

§ 2. — Travail intellectuel.

Sur l'effet du travail intellectuel, les recherches

[1] *Sensation et mouvement*. Paris, 1887.
[2] Voir *Année psychologique*, II, p. 87. Paris, 1896.

se sont accumulées. Les premières remontent à Mosso, qui a bien vu la diminution de volume se produisant, ou pouvant se produire, dans l'avant-bras pendant un calcul mental. Cette diminution de volume résulte d'une vaso-constriction active des artérioles, qui chassent le sang de la périphérie. Un psychologue américain, Mac Dougall [1], a repris minutieusement cette étude, cette année même, dans le laboratoire de Münsterberg à Harvard; il a mesuré les changements dans la vitesse du cœur, dans la forme de la respiration, et confirmé, en somme, ce qu'on savait déjà, en éclaircissant quelques points secondaires. D'un tout autre genre est un travail de Kiesow, qui a étudié le travail intellectuel en enregistrant le pouls capillaire avec le sphygmomanomètre de Mosso [2]. L'auteur a eu des courbes peu claires, dont il n'a pas pu tirer parti d'une manière satisfaisante, et il est arrivé à cette conclusion, tout à fait hasardée, que le travail intellectuel agit sur la circulation à la condition seulement de produire une émotion. Ce n'est pas exact. On connaît aujourd'hui le type respiratoire de l'émotion et celui du travail intellectuel; ils sont sensiblement différents; et cette différence nous permet d'attester que dans tel cas où un sujet a fait un calcul mental, il n'était nullement ému. Eh bien, même en dehors de toute émotion appréciable, on peut affirmer que le travail intellectuel, court et intense, agit sur la circulation. Ce qu'il produit principalement, c'est une accélération du cœur, une vaso-constriction réflexe, et une accélération de la respiration, qui diminue en même temps d'intensité.

Voilà les trois symptômes fondamentaux. Nous devons en ajouter un quatrième : l'augmentation de pression sanguine. Ce dernier phénomène, nous l'avons constaté dans des expériences récentes avec M. Vaschide.

Tels sont les effets d'un travail intellectuel court et intense. Ce sont des effets d'excitation.

Les auteurs ont généralement employé comme mode de travail intellectuel un calcul mental, qui dure à peine une minute ou deux. Il reste encore bien d'autres expériences à tenter, pour se rapprocher des conditions de la vie réelle, et connaître l'influence pratique des occupations intellectuelles sur la circulation. Deux recherches s'imposent, à notre avis, l'une sur le travail modéré et long, l'autre sur le surmenage intellectuel. Avec les pléthysmographes que nous possédons actuellement, les épreuves peuvent être faites [3], puisqu'on peut, comme nous l'avons montré, faire des applications comparables.

§ 3. — Émotions.

Nous arrivons, enfin, à la dernière série de recherches que nous désirons signaler : c'est celle qui jusqu'ici a le plus attiré l'attention, celle aussi, il faut bien le dire, qui a donné les résultats les moins satisfaisants. Il en est, du reste, de cette question spéciale, comme de toutes celles dans lesquelles les émotions figurent : elles sont obscures et ambiguës. Ce n'est un mystère pour personne que la psychologie des émotions est encore dans l'enfance. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner que ces deux problèmes si complexes, la circulation capillaire et le mécanisme des émotions, en entrant en contact l'un avec l'autre, n'aient pas fait jaillir beaucoup de lumière.

La question a été abordée à deux points de vue bien différents, par des expériences de laboratoire sur des sujets sains, et par des observations sur des aliénés [1]. Ces dernières ont été les plus rares, et je ne vois guère à citer, en somme, que celles que G. Dumas a publiées cette année même, à la *Revue philosophique*, sur le mécanisme de la joie et de la tristesse. La Psychologie normale, au contraire, a suscité des travaux beaucoup plus nombreux, ceux de Lehmann, de Mentze en Allemagne, d'Angell en Amérique, les nôtres (encore partiellement inédits) en France; à tout cela il faut ajouter les expériences de Mosso, de Sarlo et de Patrizi, sur des sujets ayant des pertes osseuses du crâne. Nous essaierons de mettre un peu d'ordre dans cet ensemble de résultats, qui sont singulièrement disparates.

Enfin, il faut rappeler que de nouvelles théories psychologiques, auxquelles nous avons fait allusion plus haut, celles de James-Lange [2], ont exercé une influence marquée sur l'esprit des expérimentateurs. Ces théories peuvent, par brièveté, se résumer dans les deux propositions suivantes :

1° Il y a dans la joie et les états analogues une vaso-dilatation des artérioles, et dans la tristesse et les états analogues une vaso-constriction des artérioles; 2° Ces modifications vaso-motrices sont les véritables causes des états de joie et de tristesse, ce n'en sont pas des résultats. Nous aurons à revenir, en finissant, sur ces théories, pour indiquer dans quelle mesure les faits d'observation les ont confirmées ou infirmées.

[1] The physical characteristics of attention, *Psycholog. Review*, mars 1896, p. 158.

[2] Versuche mit Mosso's Sphygmomanometer. *Philos. Stud.*, XI, pp. 41-61.

[3] Nous-même, en collaboration avec M. Courtier, nous nous sommes engagé dans cette voie; un premier aperçu de nos résultats a été communiqué à l'Académie des Sciences (octobre 1896).

[1] Nous excluons de cette étude les expériences sur les animaux, qui ont donné des résultats curieux.

[2] James a publié sa théorie dans le *Mind* en 1879, pour

L'essai de G. Dumas[1] a abouti à des conclusions très complexes ; l'auteur a étudié un grand nombre d'aliénés, mélancoliques, paralytiques généraux, délirants chroniques, etc., qui présentaient des états bien caractéristiques de joie et de tristesse, et il a pris la respiration, la circulation capillaire, le nombre de pulsations, et la pression artérielle à la radiale. Il a distingué deux types différents de joie et trois types différents de tristesse, en se fondant uniquement sur les symptômes circulatoires et autres présentés par ses différents malades. Nous avons cherché à résumer son travail dans le tableau ci-joint :

Observations de M. G. Dumas

JOIE		TRISTESSE		
1	2	1	2	3
Hypotension. Accélération du cœur. Accélération de la respiration. Vaso-dilatation périphérique, paralysie.	Hypertension. Accélération du cœur. Accélération de la respiration. Vaso-constriction périphérique.	Hypotension. Ralentissement du cœur. Ralentissement de la respiration. Vaso-constriction périphérique.	Hypertension. Ralentissement du cœur. Ralentissement de la respiration. Vaso-constriction périphérique.	Hypotension. Accélération du cœur. Accélération de la respiration. Vaso-constriction périphérique.

L'examen de ce tableau n'est pas absolument favorable à la théorie de Lange, car nous voyons qu'il peut y avoir de la vaso-constriction dans la joie comme dans la tristesse (à la condition toutefois d'admettre avec l'auteur que *pas de pouls capillaire* est synonyme de vaso-constriction, ce qui nous paraît fort aventuré).

La tension artérielle ne présenterait non plus rien de caractéristique, puisqu'elle peut être la même dans les deux états contraires de joie et de tristesse. L'accélération du cœur et de la respiration présente, au contraire, un caractère plus stable ; elle existe dans la joie et manque dans la tristesse, sauf dans un cas (le troisième) dont l'exception peut s'expliquer par des effets d'excitation : la douleur active, mêlée de colère, d'indignation et de désespoir, produit des effets d'excitation analogues à ceux de la joie ; c'est ce que G. Dumas a observé sur des malades de Saint-Lazare quand on leur refuse leur billet de sortie.

D'autre part, M. de Fleury[2] a publié une observation très curieuse d'une jeune fille anémique et déprimée dont il a relevé le moral au moyen d'injections de sérum ; il a pris, en même temps que l'observation psychologique de la malade, sa pression à la radiale, et a vu que la joie, l'excitation, la colère, la violence s'accompagnent d'une hausse croissante de pression, tandis que la tristesse, la modestie et tous les états analogues vont de pair avec de l'hypotension. Malgré des divergences, il y a évidemment quelque accord entre ces observations et celles de G. Dumas ; et d'autre part, il faut rappeler que Féré a noté dans la colère une augmentation du tiers de la pression.

Les expériences sanguines de laboratoire, faites sur des sujets sains auxquels il est difficile de donner des sensations bien vives de douleur et surtout de plaisir, et encore moins des émotions violentes et sincères, n'ont pas abouti à des résultats parfaitement clairs. Angell et Mac Lennan[1] ont fait surtout des expériences sur des sensations agréables et pénibles ; ils ont vu simplement que la diminution de volume est plus fréquente et plus profonde pour ces dernières que pour les sensations agréables. Ces recherches ont été faites sur le pouls capillaire. Il faut leur objecter que les sensations pénibles qu'on peut provoquer dans un laboratoire sont toujours plus fortes que les sensations agréables, et que la différence de leurs effets peut tenir, en dehors de leur qualité, à leur différence d'intensité. Les expériences très longues et très minutieuses de Mentz[2] ont porté uniquement sur le pouls radial, et l'auteur n'a pas pris le pouls capillaire ni même étudié la forme du pouls radial ; il se borne à mesurer (à un dixième de millimètre près !) son changement d'amplitude, dont la signification précise me paraît bien problématique du moment qu'on ignore ce qui se passe du côté des capillaires. Je ne sais donc pas trop ce qu'il faut retenir de ce travail. Celui de Patrizi, dont nous avons parlé plus haut, a eu des conclusions presque entièrement négatives ; des mélodies gaies et tristes n'ont pas produit sur la courbe pléthysmographique de son sujet des différences appréciables. Enfin,

la première fois ; celle de Lange est exposée dans son livre sur *Les Emotions* Paris, Alcan, 1895.

[1] Recherches expérimentales sur la joie et la tristesse. *Revue philosophique*, juin, juillet et août 1896.

[2] Traitement de la tristesse. *Nouvelle Revue*, 1896.

[1] *Psych. Review*, juillet 1896, p. 371.

[2] Die Wirkung akustischer Sinnesreize auf Puls und Atmung. *Phil. Stud.*, XI, pp. 61 et seq.

terminons par les expériences de Lehmann[1], qui a suivi sur la circulation de cinq individus les effets des impressions agréables et désagréables ; il a vu que les impressions agréables produisent une augmentation de l'amplitude du pouls et une augmentation de volume ; tandis que les impressions pénibles produisent une diminution de l'amplitude du pouls, provenant d'un affaiblissement des contractions du cœur. Il y a, en outre, dans l'excitation désagréable une constriction des vaisseaux superficiels.

Des expériences inédites que j'ai faites avec M. Courtier sur l'influence de la musique, nous ont montré que des accords, des exercices musicaux, provoquent une accélération du cœur et de la respiration, que les mélodies tristes augmentent cette accélération et que les émotions musicales extrêmement fortes la portent au maximum.

En réunissant tout ce qui précède, on arrive à dire que, dans les excitations agréables, la constriction est moins forte que dans les excitations pénibles, et qu'en outre il n'y a pas, comme dans les excitations pénibles une tendance à l'affaiblissement du cœur; ce qui revient à reconnaître, en somme, que les excitations agréables favorisent la circulation du sang, tandis que les excitations pénibles l'entravent. C'est bien à cette conclusion que semblent aboutir les expériences et observations de G. Dumas, de Lehmann, et quelques autres, et il est possible que, dans ces termes un peu vagues, cette conclusion renferme une bonne part de vérité. Il n'est pas douteux que, lorsqu'on saura mieux interpréter la forme de la pulsation capillaire, lorsqu'on saura tenir compte de la pression du sang, du travail du cœur, et aussi de la production de chaleur, on ne se contentera plus de ces conclusions, purement provisoires.

Telles qu'elles sont, les recherches ne me paraissent pas entièrement favorables aux théories de James-Lange, d'après lesquelles, on le sait, les émotions seraient consécutives aux changements vaso-moteurs produits par les excitations périphériques. Contre cette idée, M. de Fleury s'élevait naguère, montrant que l'excitation tonique des vaisseaux, qui influe tellement sur la circulation, est réglée par le système nerveux, et que c'est par conséquent le système nerveux qui est le premier facteur, à ce point de vue. D'autre part, les tracés de Mosso, de Morselli, de Patrizi, nous montrent que l'augmentation de volume du cerveau se produit après que l'excitation émotionnelle a été reçue et éprouvée, et par conséquent cette augmentation tardive est bien plutôt un effet de l'émotion qu'une cause ou une condition. Enfin, mes expériences en collaboration avec M. Courtier nous ont prouvé que lorsque la surprise provoque une vaso-constriction des membres, ce réflexe se manifeste très tard, deux à trois secondes après l'excitation ; il atteint son maximum quand l'état émotionnel est sur son déclin et parfois terminé ; ce n'est donc pas la perception de ce changement vaso-moteur qui sert de base à la surprise. Cet ensemble de faits, sans être absolument démonstratif, — car en ces matières si complexes il est difficile de prendre des conclusions fermes — cet ensemble de faits tend à montrer que la théorie de James-Lange n'a pas encore été confirmée par des observations précises. Serons-nous obligés d'en revenir à cette vieille idée que la pâleur, le tremblement, les cris sont les effets, et non les causes des émotions ?

A. Binet.
Directeur du laboratoire de Psychologie physiologique des Hautes-Études, à la Sorbonne.

REVUE ANNUELLE D'AGRONOMIE

I. — Les prix de vente du blé, du sucre et du vin.

Quand, à la fin du siècle dernier, A. Young voyageait en France et notait chaque jour les observations recueillies, il ne se doutait guère qu'on trouverait dans ses récits familiers les renseignements les plus exacts que nous ayons sur l'état de l'agriculture de notre pays pendant les années qui ont précédé la Révolution.

A plusieurs reprises différentes, le voyageur anglais insiste sur l'importance qu'attachent nos paysans à la culture du blé. Aussi, quand il leur vante l'assolement quadriennal du Norfolk, le semis des plantes fourragères, ne l'écoute-t-on que d'une oreille distraite, et sans cesse revient cette même question : « Est-ce bon pour le blé? » La disette, la famine même sont toujours menaçantes et le laboureur n'a d'autre souci que d'assurer son pain. Nous n'en sommes plus là aujourd'hui, nous ne craignons plus que le grain vienne à nous manquer et la culture du blé n'est plus notre unique préoccupation ; mais, comme il couvre annuellement chez nous 7 millions d'hectares, les plus faibles différences dans les prix de vente, multipliées par notre

[1] *Die Hauptgesetze des mensch. Gefühlslebens.* Leipzig, 1892.

énorme production, augmentent ou restreignent dans une large mesure les recettes de la culture.

En septembre, on a vendu du blé à 18 francs le quintal; il a dépassé en décembre 22 francs, et cette hausse réjouit les prudents qui n'ont pas trop vite cédé leur récolte. Celle de 1897 sera peu abondante, on peut le prévoir. En effet, les pluies excessives de l'automne ont retardé les travaux et les semailles, particulièrement dans cette région, au nord de Paris, où le blé succède à la betterave et où s'obtiennent les grands rendements. Il serait bien étrange cependant que la crainte d'une mauvaise récolte en 1897, amenant des manques sérieux en 1898, pût dès l'automne de 1896 déterminer une hausse de 4 francs par quintal.

En effet, une autre cause très sérieuse a provoqué ce mouvement de hausse : l'Inde, qui habituellement exporte du blé, a manqué sa récolte; la pluie a fait défaut, et dans nombre de provinces une sécheresse excessive a fait périr le blé et le riz, et, pour subvenir à l'alimentation de cette population dense et imprévoyante, le gouvernement anglais dirige de toutes parts du blé vers cet immense pays. Sans peine, on approvisionnera les ports, mais les difficultés pour faire pénétrer les grains dans l'intérieur seront excessives, car le réseau des chemins de fer laisse, entre ses mailles encore peu serrées, de grands espaces non desservis. Or, alimenter toute une population à l'aide de grains transportés sur des routes mal entretenues, est impossible.

Nous l'avons bien vu en France en 1846, époque de la dernière disette qui ait sévi chez nous : tandis que les magasins de Marseille étaient remplis de grain de Russie, le blé atteignait dans le centre de la France des prix inaccessibles aux maigres ressources des paysans; on pillait les marchés, on s'égorgeait à Buzençais.

Quelque pénible que soit la cause de la hausse actuelle du blé, elle apporte une faible compensation aux pertes qu'a subies cette année la culture du nord de la France, où, comme nous venons de le dire, la betterave à sucre alterne avec le blé. Les fabricants achètent les racines à prix variable avec la teneur en sucre; or, les pluies d'automne ont abaissé cette richesse; le prix de la tonne est souvent tombé à des chiffres tels que la vente couvrait à peine les dépenses de culture; dépenses qui, du reste, ont été considérablement augmentées par les difficultés de l'arrachage dans les terres détrempées.

Les fabricants eux-mêmes, accablés par la baisse persistante du sucre, sont peu disposés à venir en aide à leurs fournisseurs.

On sait que presque dans toute l'Europe, notamment en Allemagne et en France, l'Etat abandonne aux frabricants une partie de l'énorme impôt qui pèse sur la consommation du sucre. Pour profiter de ces primes, la fabrication s'est exagérée et dépasse de beaucoup les besoins de la consommation. L'Allemagne, qui consomme 600.000 tonnes de sucre, en a produit 1.500.000; la France, qui absorbe 400.000 tonnes, en fabrique de 600 à 700.000; l'Autriche-Hongrie et la Russie ne consomment pas non plus ce qu'elles produisent. Un stock formidable s'est entassé dans les magasins, et le prix du quintal, qui atteignait 60 francs il y a vingt ans, est tombé à 30, 29, 28, 26 francs même, qui, augmentés des primes de l'Etat, suffisent à peine à couvrir les dépenses d'acquisition des racines et les frais de fabrication.

Pour favoriser l'écoulement de ses produits, l'Allemagne a établi des primes d'exportation, la France marche sur ses traces; les sucres de betteraves affluent ainsi à bas prix sur le marché de Londres; ils y rencontrent les sucres extraits des cannes et, bien que les quantités consommées dans le monde croissent régulièrement et s'élèvent maintenant à 6 millions de tonnes, la production réunie des cannes et des betteraves surpasse d'un million de tonnes environ cette consommation; d'où, l'effondrement des prix.

Les difficultés au milieu desquelles se débat la culture dans le nord de la France, sont donc très grandes. Dans le midi, nos vignerons ont également de la peine à écouler leurs produits; la reconstitution du vignoble s'achève, notre production est remontée aux chiffres qu'elle atteignait avant le phylloxera [1], mais elle ne retrouve plus ses consommateurs; pendant les années de cherté, on s'est déshabitué de boire du vin; notre système protectionniste ne favorise pas nos exportations et la gêne d'une surproduction se fait sentir.

Il y a donc dans l'état actuel de l'Europe, de la France en particulier, une tendance de plus en plus marquée à l'abaissement des prix de vente, et, s'il faut se réjouir de voir les denrées nécessaires à la vie devenir de plus en plus accessibles, il faut reconnaître d'autre part que cet abaissement des prix du blé, du sucre, du vin cause à la culture de sérieux préjudices. Elle n'a qu'une seule porte de salut : l'abaissement des prix de revient. Elle ne peut l'obtenir qu'en profitant de toutes les découvertes qui nous permettent de mettre en œuvre plus habilement tous les agents qui concourent à la production agricole et parmi eux les ferments de la terre, dont chaque année nous apprenons à mieux connaître le rôle, parfois nuisible, mais le plus souvent avantageux.

[1] En 1896, la France a produit 44.600.000 hectolitres; en y ajoutant l'Algérie et la Corse, on dépasse 48 millions d'hectolitres.

II. — La Nitragine

Si depuis longtemps déjà s'est établi le commerce de la levure de bière; si on a même sélectionné les levures de vin dans l'espoir de communiquer à un moût provenant de raisins communs, quelques-unes des qualités des vins fins, je crois que c'est pour la première fois qu'en l'année 1896 on a mis en vente des flacons de ferments destinés à fertiliser le sol. La *nitragine* n'est autre chose qu'une réunion de ferments.

Les belles recherches d'Hellriegel et de Wilfarth sur la fixation de l'azote atmosphérique par les bactéries qui peuplent les nodosités des racines des Légumineuses, sont trop connues pour qu'il soit nécessaire de les rappeler.

Si l'on discute encore sur le mode de fixation de l'azote par les microorganismes, leur utile intervention est si nettement établie qu'on a essayé d'en garnir des terres où ils faisaient défaut.

Salfeld, notamment, a réussi à augmenter les récoltes des Légumineuses obtenues de terres tourbeuses en les chaulant, puis en y introduisant une dose assez forte (1.000 kilos à l'hectare) d'une terre ayant porté récemment une légumineuse de la même espèce que celle qu'on veut semer sur la pièce ainsi *inoculée*.

Le choix de la terre destinée à l'inoculation n'est pas indifférent : on ne réussit pas toujours quand la terre employée a porté une autre légumineuse que celle qu'on va semer. L'épandage d'une terre provenant d'une pièce qui avait donné des lupins n'a produit aucun effet sur un champ ensemencé en pois.

On serait porté à croire d'après ces résultats que chaque espèce de légumineuse porte dans ses nodosités des bactéries différentes les unes des autres; cependant, après une étude attentive, Nobbe arrive à une autre conclusion : il admet que toutes les bactéries des Légumineuses appartiennent à l'espèce *Bacillus Radicicola*, de Beyerlinck; mais que l'habitat prolongé pendant une longue suite de générations sur une légumineuse déterminée, a fait naître chez les bactéries qui s'y rencontrent des modifications assez profondes pour que leur transport sur une autre variété soit en général inutile.

Visiblement cette règle n'a rien d'absolu, car dans sa mémorable expérience d'inoculation d'une racine avec une aiguille trempée dans une nodosité, M. Bréal à réussi à faire naître les nodosités sur un lupin en l'inoculant avec des bactéries de luzerne.

Quoi qu'il en soit, pour augmenter les chances de réussite, Nobbe a réuni dans ses flacons de nitragine les produits que lui a fournis la culture de dix-sept espèces différentes de Légumineuses comprenant plusieurs variétés de pois, de vesces, de lupins, de trèfle, de seradelle et de lathyrus. Ces cultures, placées dans des flacons de 300 c. c., sont englobées dans une gelée qu'on liquéfie en plongeant le flacon dans de l'eau tiède, dont la température n'excède pas 33°. Le flacon, qui coûte environ 3 francs, est suffisant pour inoculer 20 ares; la dépense pour un hectare serait donc de 15 francs; on délaie la gelée dans quelques litres d'eau et on l'introduit soit dans le lot de graines à semer, soit dans de la terre sèche, qu'on répand ensuite sur le champ à ensemencer.

C'est seulement au printemps dernier que les flacons de *nitragine* ont été mis dans le commerce et on n'a pas encore de renseignements sur l'efficacité qu'a présentée, pendant cette première année, l'inoculation du sol. Il est probable que sur de vieilles terres où la culture des Légumineuses est établie depuis de longues années, cette inoculation ne produira pas grand effet. C'est au moins ce que nous avons observé cette année à Grignon, où des essais d'épandage de ferments de Légumineuses, ne provenant pas d'Allemagne, mais préparés en France, n'ont pas donné de résultats. Il est naturel qu'il en soit ainsi; il y a plus d'un siècle que le trèfle, la vesce, les pois, la luzerne reviennent périodiquement dans nos champs, et les bactéries appropriées à ces diverses espèces s'y rencontrent en quantités suffisantes pour qu'un nouvel apport soit inutile; mais il n'en serait pas ainsi, sur une terre vierge, sur les terres tourbeuses ou sablonneuses dont on veut entreprendre la culture, et sans doute dans ces conditions la nitragine sera utile[1].

Quel que soit, au reste, le succès de cette première tentative, il faut la saluer comme une aurore.

Depuis que d'innombrables travaux, dérivant tous de l'œuvre immortelle de Pasteur, nous ont montré la puissance des microorganismes, que nous savons que notre terre cultivée en est peuplée, que, suivant la belle expression de M. Berthelot, « la terre est quelque chose de vivant », tous nos efforts tendent : soit à introduire dans le sol les bactéries utiles qui y font défaut, soit à favoriser leur travail, soit même (et sur ce point nos études commencent à peine) à combattre les espèces nuisibles.

Pasteur a insisté avec beaucoup de force sur la destruction des matières organiques par les microorganismes; sans eux, a-t-il dit, « la vie deviendrait impossible, car l'œuvre de la mort serait incomplète! »

[1] MM. J. Miller et M. J.-V. Voelcker ont donné sur l'inoculation du sol et sur la nitragine des renseignements intéressants dans *The journal of the R. A. Society*, volume Ier de 1896. Un résumé en langue française, dû à M. Demoussy, est inséré dans le tome XXII des *Annales agronomiques*, p. 423 et 434.

A cette idée qui nous est depuis longtemps familière, plus récemment M. Berthelot en a ajouté une autre, non moins importante : il a établi que, si la plupart des microorganismes sont des destructeurs de matières organiques, des agents d'analyse d'autres espèces sont des agents de synthèse, et qu'au moment même où ils détruisent une matière organique, ils en édifient une nouvelle plus complexe en entraînant en combinaison le plus inerte des gaz de l'atmosphère : l'azote. La découverte des microorganismes fixateurs d'azote a dévoilé ce rôle d'agents de synthèse; elle nous a permis de comprendre comment le sol renferme d'énormes quantités d'azote combiné, d'expliquer l'enrichissement en azote des sols de prairies, observé à Rothamsted par Sir J.-B. Lawes, et constaté également à Grignon. Si cette découverte est encore restée dans le domaine du laboratoire, si jusqu'à présent les microbes fixateurs d'azote n'ont pas été propagés en quantité suffisante pour qu'on puisse les vendre au cultivateur, comme le fait Nobbe pour les ferments des Légumineuses, il faut songer que ces travaux sont très récents; peut-être, dans un avenir plus ou moins éloigné, le commerce des ferments remplacera-t-il celui des engrais azotés.

III. — Solidarité des fixateurs d'azote et des fixateurs de carbone. Expérience de M. Bouilhac.

A la fin d'une de ses communications à l'Académie sur la fixation de l'azote par action microbienne, M. Berthelot a insisté avec une grande élévation de pensée et de langage sur la solidarité qui unit les fixateurs d'azote aux fixateurs de carbone. Les microbes qui pullulent dans le sol n'y vivent qu'à la condition d'y rencontrer des matières carbonées : débris de végétations antérieures, racines, chaumes, feuilles qui ont été produites par les cellules à chlorophylle, réduisant l'acide carbonique sous l'influence des radiations solaires; le travail des plantes à chlorophylle, des fixateurs de carbone, est ainsi la condition même de la vie, de l'activité des microbes du sol. Ceux-ci ne fixent de l'azote qu'en détruisant de la matière organique et ne travaillent qu'en profitant du labeur des fixateurs de carbone. Ces derniers, incapables de s'emparer de l'azote libre, ne prospèrent à leur tour que s'ils rencontrent à portée de leurs racines de l'azote engagé en combinaison par l'activité du microbe, et c'est ainsi que, s'aidant mutuellement, les fixateurs d'azote et les fixateurs de carbone assurent la perpétuité de la vie à la surface du globe. En puisant dans l'immense réservoir de l'atmosphère, l'acide carbonique et l'azote, et les unissant aux éléments de l'eau, ils élaborent l'infinie variété des matières organiques.

M. Bouilhac, licencié ès sciences mathématiques et physiques et... maître répétiteur au lycée Louis-le-Grand, qui consacre, depuis plusieurs années, toutes ses heures de liberté à venir travailler à mon laboratoire du Muséum, a donné récemment un élégant exemple de cette solidarité des plantes à chlorophylle et des microbes.

M. Bouilhac a préparé un liquide ne renfermant que des substances minérales : phosphate et sulfate de potasse, sulfate de magnésie, carbonate de chaux, traces de perchlorure de fer, et il a ensemencé avec différentes algues pures, afin de voir si quelques-unes, ayant la propriété de fixer l'azote atmosphérique, se développeraient malgré l'absence d'azote combiné dans le liquide nourricier. Rien n'est apparu dans ses matras. D'autre part, il a ajouté à ces dissolutions minérales quelques centimètres cubes de délayure de terre, afin d'introduire les germes des fixateurs d'azote; dans ce cas encore, les ballons sont restés stériles. Ainsi, les algues seules, les microbes du sol, isolés, sont incapables de se développer dans ces dissolutions minérales; mais nous allons voir qu'il n'en est plus ainsi lorsqu'on les associe les uns aux autres. Cependant, quand on sème dans les liquides nourriciers le *Schizothrix lardacea* ou encore l'*Ulothrix flaccida*, rien ne se produit, quand bien même on y associe les microbes du sol; mais il en est tout autrement quand on sème à la fois ces microbes et le *Nostoc punctiforme*. Associé aux bactéries du sol, il a prospéré. Il a donné des récoltes variant de 0 gr. 705 à 0 gr. 564, et à 0 gr. 353 de matière sèche, renfermant respectivement 23 milligrammes, 20 milligrammes, 11 milligrammes d'azote prélevé sur l'atmosphère; cette algue renfermait 3,7 p. 100 d'azote, c'est-à-dire qu'elle en était aussi chargée qu'une légumineuse.

Quand l'algue verte, en réduisant de l'acide carbonique, a élaboré de la matière végétale que le microbe fixateur a consommée, la récolte a été abondante.

Il a donc fallu la réunion des algues et des bactéries pour que la vie se manifestât, et l'expérience de M. Bouilhac, très simple, très nette, démontre avec une rare élégance la solidarité des fixateurs d'azote et des fixateurs de carbone[1].

L'intervention des microorganismes dans les transformations que subit la matière organique du sol a donné récemment l'explication rationnelle d'une pratique agricole extrêmement ancienne, qui

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 828. M. Bouilhac se plaît à reconnaître que l'inépuisable complaisance de M. Bornet lui a été d'un puissant secours pour la détermination des espèces cultivées.

a été très justement abandonnée depuis que nous avons un ample approvisionnement d'engrais, mais qui avait sa raison d'être autrefois : *la jachère.*

IV. — La Jachère

L'assolement triennal, très répandu dans toute l'Europe pendant le Moyen-Age, s'est maintenu en France jusqu'au XVIIIe siècle et persiste encore dans les parties de notre pays où la culture est peu avancée. Il débute par une jachère : on ne demande à la terre pendant cette première année aucune récolte ; on la travaille à plusieurs reprises, on y incorpore le fumier, puis à l'automne on y sème le blé ; il est suivi d'une avoine qui occupe la terre pendant la troisième année. Après ces deux récoltes revient la jachère et la succession : blé, avoine, jachère, continue indéfiniment.

Il a fallu que nos aïeux aient trouvé à ce mode d'opérer de grands avantages pour qu'ils se soient imposé l'obligation de laisser, une année sur trois, leurs terres improductives.

C'est pour me rendre compte de l'effet de la jachère que, lorsque je fis construire les cases de végétation de Grignon, en 1891, je résolus de ne pas ensemencer quatre d'entre elles; mais, au contraire, d'y laisser la terre découverte. Les cases de végétation sont de grandes boîtes en ciment, de forme carrée ; elles ont deux mètres de côté, un mètre de profondeur et présentent par conséquent une capacité de quatre mètres cubes; le fond, complètement étanche, est légèrement creusé en rigole, de façon que les eaux qui ont traversé la terre s'écoulent aisément jusqu'à un orifice, d'où elles passent dans de grandes bonbonnes. Elles y sont recueillies, mesurées, puis portées au laboratoire pour l'analyse.

Pendant l'année mars-1895 mars-1896, tandis que les cases qui portaient du blé, de l'avoine, des betteraves, des pommes de terre, ou les Graminées de la prairie, n'ont pas laissé couler une seule goutte d'eau, que tout ce qui est tombé de pluie a été rejeté dans l'atmosphère par la transpiration végétale, les cases en jachères ont débité des quantités d'eau notables, qui ont varié de 75 à 100 millimètres [1].

Ainsi, à plusieurs reprises, les terres en jachère ont été saturées d'eau dans toute leur hauteur et ont fourni des eaux de drainage, tandis que les terres ensemencées n'en ont jamais donné; elles étaient donc plus sèches que les terres nues. Pour que la nitrification s'établisse dans une terre, une condition essentielle est que cette terre soit humide. La jachère assure cette condition et les nitrates apparaissent en quantités considérables.

Jusqu'au moment où les prairies artificielles se sont propagées, la culture souffrait terriblement de la pénurie d'engrais; on n'employait guère que le fumier de ferme et, comme on ne faisait aucune culture fourragère, les animaux vivaient de l'herbe de la prairie pendant l'été et de paille pendant l'hiver. Le fumier était peu abondant, les engrais de commerce faisaient défaut, on ne connaissait, même pas de nom, le plus efficace de tous les engrais azotés : le nitrate de soude. La jachère avait précisément pour but de remédier à cette absence d'engrais et, en la pratiquant, nos pères réussissaient inconsciemment à fournir à leurs blés le plus puissant des engrais azotés : le nitrate, que nous faisons venir aujourd'hui à grands frais de la côte américaine du Pacifique.

Pendant l'année mars-1895 mars-1896, une terre de Grignon, qui n'avait reçu aucun engrais depuis 1891, a donné des eaux de drainage, renfermant par mètre cube 100 grammes d'azote nitrique, bien qu'elle fût restée sans être travaillée; et une autre terre, qui, tous les ans, avait été très bien travaillée, en fournit 136 grammes par mètre cube. Si l'on calcule pour la surface d'un hectare, on trouve que les eaux ont entraîné : dans le premier cas 83 kilos et dans le second 144 kilos d'azote nitrique correspondant respectivement à 503 kilos et 874 kilos d'azotate de soude; c'est-à-dire représentant une fumure extrêmement abondante. Quand on pratique la jachère, les nitrates ne sont pas perdus; dans les terres nues, leur entraînement a lieu surtout à l'automne et pendant l'hiver, au moment des grandes pluies; il est rare, au contraire, que les drains coulent pendant l'été. Or, on peut faire les semailles de blé dès le mois d'octobre; précisément avant les grandes pluies et aussitôt que le blé a germé, qu'il a commencé à émettre des racines, elles se chargent de nitrates, s'en emparent et les retiennent; ils ne disparaissent qu'au printemps, au moment où la plante les utilise pour la formation de ses matières azotées.

J'ai trouvé bien souvent que des eaux de drainage écoulées de terres emblavées en blé étaient bien moins chargées de nitrates que celles que débitaient les drains de terres nues.

Pour que les nitrates se produisent, pour que l'année de jachère soit profitable, il faut (nous l'avons dit déjà) que la terre reste humide; elle ne l'est que si elle ne porte pas de végétaux, qui, constamment à l'aide de leurs racines, puisent dans le sol l'eau, qu'ils rejettent dans l'atmosphère par leurs feuilles.

Cette année même, j'ai fait un grand nombre de déterminations d'humidité dans des terres nues et

[1] Voir, pour plus de détails, *Annales agronomiques*, t. XXII, pp. 257 et 515.

dans des terres qui avaient porté du blé ou de l'avoine, ou encore des betteraves ou des pommes de terre, et j'ai constaté de grandes différences dans la teneur de ces divers sols. Tandis qu'on trouvait 16 ou 17 centièmes d'humidité dans les terres nues, on n'en dosait que 9 à 10 dans les terres emblavées; or, si la nitrification s'établit, si les ferments nitriques prospèrent et travaillent dans une terre qui renferme 17 à 18 centièmes d'humidité, ils ne présentent qu'une faible activité dans une terre relativement sèche; aussi n'y dose-t-on que de très faibles quantités de nitrates. C'est là une notion d'un grand intérêt; en effet, si on laisse pendant l'année de jachère la terre se couvrir de plantes adventices, elles dessèchent le sol, et les nitrates ne s'y formeront pas; la jachère aura été inutile.

Toutes les personnes qui ont préconisé la jachère, et notamment les agronomes anglais Jethro Tull et le Révérend Smith, ont toujours recommandé de donner à la terre, pendant qu'elle restait nue, de nombreuses façons, ce qui implique la destruction des plantes adventices. Il faut donc, quand on maintient la jachère dans l'assolement, que la terre soit tenue nette et propre. Si on ne prend pas cette peine, si on abandonne la terre à la végétation spontanée, elle sera bientôt desséchée et conséquemment incapable de produire les nitrates; or, cette production me paraît être la raison même qui a fait conserver pendant si longtemps l'usage de la jachère. Est-ce à dire qu'il faille y revenir? Rien n'est plus loin de ma pensée. Aujourd'hui, nous avons des prairies artificielles, nous cultivons des plantes fourragères, nous entretenons plus d'animaux qu'on ne le faisait autrefois; par suite, nous avons bien plus de fumier; s'il nous fait défaut, nous pouvons acquérir des engrais de commerce, des tourteaux, du nitrate de soude, du sulfate d'ammoniaque, et il n'y a plus aucune raison pour laisser pendant toute une année la terre improductive. Si faible que soit la récolte, elle sera toujours suffisante pour payer le nitrate que la jachère permettait de faire apparaître dans les terres.

Actuellement, la jachère est justement abandonnée; mais il est cependant curieux de constater qu'à force d'observations répétées, nos pères aient su transformer en matières assimilables l'humus inerte de leurs terres. Ils avaient imaginé que la terre avait besoin de repos; elle ne se reposait pas, puisque les ferments qu'elle renferme toujours y travaillaient à préparer l'abondance des récoltes futures.

V. — Perte d'azote des sols cultivés en vignes.

Dans notre revue de 1893[1], nous avons insisté sur le contraste que présentent les faibles exigences de la vigne en matières azotées et l'abondance des fumures qu'elle reçoit. Notre confrère à l'Académie des Sciences, M. Muntz, dont nous rappelions les travaux, attribue la nécessité de ces copieuses fumures aux pertes qu'entraîne la nitrification dans les sols couverts de vignes. Nous pouvons apporter cette année une preuve décisive de l'exactitude de cette manière de voir. Deux des cases de végétation de Grignon, auxquelles nous faisions allusion plus haut, sont plantées en vignes. Chacune d'elles porte 4 pieds; c'est donc un pied par mètre carré. Cette année, ces vignes, qui sont à leur troisième feuille, ont donné une récolte de raisin extrêmement abondante, se montant pour une des cases à 7 kilos 520 grammes correspondant à 18.800 kilos de raisin à l'hectare, et pour l'autre à 7 kilos 580 grammes, correspondant à 18.950 kilos à l'hectare.

On peut déduire de ces chiffres que la vigne a trouvé dans le sol tous les éléments nécessaires à un puissant développement. Et cependant, bien que nous n'ayons distribué aucune fumure au sol de ces cases depuis 1893, époque de la plantation de la vigne, les terres ont perdu de fortes quantités de nitrates. Elles ont été particulièrement importantes pendant le dernier automne. On a trouvé dans les 275 litres d'eau de drainage écoulés de la case n° 16, 15 gr. 680 d'azote nitrique qui, calculés à l'hectare, représentent 39 kilos 200 grammes; pour la case n° 17, bien que la quantité d'eau ait été presque semblable puisqu'elle est de 284 litres, la quantité d'azote perdu est beaucoup plus forte; elle se monte à 32 gr. 348 correspondant, pour la surface d'un hectare, à 80 kilos 870 grammes d'azote, quantité qui dépasse, dans une très forte mesure, celle que contiennent les différents produits d'un hectare de vigne. Pour concevoir comment la nitrification peut être aussi active dans une vigne, il faut se rappeler que les pieds sont très écartés les uns des autres, que, par suite, la consommation d'eau due à la transpiration des feuilles, est beaucoup plus faible que pour les plantes herbacées. On sait, en effet, que la vigne prospère sur les coteaux secs et arides incapables de porter aucune plante annuelle, et cela est dû, non seulement à ce que la vigne peut, avec ses longues racines, aller puiser l'eau dans les couches profondes, mais aussi à ce que sa transpiration est faible par rapport à celle du blé, de l'avoine ou des betteraves, semés en lignes serrées et rejetant dans l'atmosphère par leurs feuilles, d'énormes quantités d'eau.

Une terre en vigne est donc, dans une certaine mesure, une terre en jachère. Ses pertes en nitrates sont excessives, et nul doute qu'il n'y ait un puissant avantage à semer entre les rangées de vignes, dès

[1] *Revue générale des Sciences*, tome VII, p. 1008.

les premières pluies d'automne, des cultures dérobées de Légumineuses ou de plantes d'une autre famille qui, rejetant dans l'atmosphère l'eau tombée, restreindraient ou même éviteraient complètement les pertes que déterminent l'infiltration de cette eau au travers du sol et la dissolution des nitrates qui s'y forment.

VI. — La réduction des nitrates dans la terre arable.

La réduction des nitrates dans la terre arable a provoqué dans ces derniers temps, particulièrement en Allemagne, de nombreux travaux qu'il importe de discuter, non seulement à cause de l'intérêt pratique de la question, mais aussi parce que quelques agronomes ont été entraînés à des conclusions qu'on ne saurait admettre avant un sérieux examen.

M. Schlœsing a reconnu en 1873 qu'une terre renfermée dans un flacon perdait à l'état libre l'azote de ses nitrates. En 1882, MM. Gayon et Dupetit à Bordeaux, d'une part; M. Maquenne et moi à Paris, de l'autre, — opérant à l'insu les uns des autres, — nous sommes arrivés simultanément à établir que cette réduction était l'œuvre de ferments anaérobies.

Plus récemment, en 1892, M. E. Bréal, qui travaille à mon laboratoire du Muséum depuis de longues années, a découvert sur divers fragments végétaux, notamment sur la paille, un ferment capable de réduire les nitrates, même en présence de l'air.

Enfin, en 1895, M. Wagner, très frappé de voir que souvent l'azote du fumier n'exerçait qu'une faible action, eut l'idée de rechercher si les déjections des animaux ne renfermaient pas des bactéries réductrices de nitrates; il incorpora à des terres du nitrate de soude; tantôt il laissa les sols en expériences sans aucune autre addition, puis tantôt, au contraire, il y introduisit des déjections fraîches des animaux de la ferme; lavant ensuite les terres, il reconnut que cette addition avait été funeste et que les terres chargées de déjections avaient perdu une partie des nitrates introduits.

J'ai repris moi-même cette question et j'ai constaté, en effet, que non seulement la paille, ainsi que l'avait établi M. Bréal, mais aussi les déjections des animaux, contiennent des ferments réducteurs, que j'ai réussi à cultiver aisément dans des milieux artificiels renfermant, outre des nitrates, de l'amidon et des traces de phosphate de potasse; la réduction est assez rapide pour être montrée dans un cours; l'azote dégagé est souvent mélangé de protoxyde d'azote; nous avions déjà reconnu le dégagement de ce gaz dans les expériences que nous avions exécutées, M. Maquenne et moi, en 1882.

Si l'on observe la réduction rapide des nitrates dans un ballon ouvert dans lequel on a mis de l'amidon et qu'on a ensemencé avec quelques bribes de crottin de cheval ou de bouse de vache, — c'est-à-dire dans un milieu où l'air arrive librement, — elle est beaucoup ralentie quand on fait passer au travers du ballon un courant d'air; dans ces conditions, elle se produit encore cependant.

Quand on évapore à sec les liquides et qu'on pèse le résidu obtenu, on y trouve du bicarbonate de potasse et très peu de matière organique; la plus grande partie de l'azote s'est dissipée à l'état libre. Ces ferments semblent n'utiliser que l'oxygène des nitrates.

Tandis que je poursuivais ces études à Grignon, les agronomes allemands s'en occupaient de leur côté. Ils sont même arrivés plus loin que moi sur certains points; ils semblent avoir réussi à isoler à l'état de pureté ces ferments réducteurs. MM. Bari et Stutzer notamment, ont étudié une espèce particulièrement active : le *Bacillus denitrificans C.*

Je n'insisterai pas ici sur ces détails. Ils seront mieux à leur place dans un mémoire que dans un article, et j'arrive promptement aux conséquences pratiques que les auteurs ont voulu tirer de leurs études.

Ils remarquent avec beaucoup de raison que les ferments, agissant bien mieux à l'abri de l'air qu'en sa présence, sont conséquemment moins à craindre dans une terre bien aérée, que dans une autre qui le serait moins complètement. Si les auteurs se bornaient à conseiller de multiplier les façons pour réduire la terre en poudre et surtout briser les mottes qui, je l'ai montré, sont mal aérées, on n'aurait aucune objection à leur faire; mais ils vont plus loin, et la crainte d'introduire dans le sol avec le fumier les ferments dénitrificateurs des fèces des animaux, les conduit à proposer de traiter ce fumier par un acide, avant son emploi.

C'est ici que notre désaccord est complet; car avant d'admettre cette solution radicale, il faut examiner de près les expériences sur lesquelles elle s'appuie.

Dans les essais de M. Wagner, point de départ de tous les travaux que nous résumons ici, les doses d'excréments frais, mélangés aux terres chargées de nitrates, ont été excessives, infiniment plus abondantes que celles qu'on répand dans la culture, et cette proportion exagérée des déjections paraît être une condition nécessaire à la réduction des nitrates. Quand on mélange à la terre des déjections à doses modérées, telles que celles qu'on utilise d'ordinaire, loin de voir les nitrates dimi-

nuer, on les voit augmenter, par suite de la transformation de l'ammoniaque provenant de la métamorphose de l'urée.

C'est ce qu'a nettement observé M. Pagnoul à Arras, et ce que j'ai moi-même constaté à Grignon à plusieurs reprises différentes et tout récemment encore[1].

L'apport du fumier normal dans nos terres cultivées, même chargées de nitrates, est donc loin d'avoir les inconvénients qu'on lui attribue sur la foi d'expériences qui ont été exécutées dans des conditions tout à fait différentes de celles qui se présentent dans la culture.

Je crois, en outre, que le traitement du fumier par l'acide sulfurique, quand bien même il serait possible, serait nuisible. En effet, toutes nos terres cultivées ont reçu du fumier et dans toutes existent les ferments dénitrificateurs.

Au moins, quand j'ai maintenu en expérience des terres chargées de nitrates, en les additionnant d'amidon de façon à favoriser l'action des ferments, j'ai toujours vu les nitrates y diminuer.

Est-il bien certain, en outre, que l'alcalinité du fumier ne soit pas absolument utile ?

Quant à moi, je la crois indispensable pour créer le milieu favorable à la nitrification, et pour maintenir les phosphates à l'état assimilable. J'ai insisté sur ce point dans ma dernière revue, trop pour y revenir de nouveau.

Songe-t-on enfin à la quantité d'acide sulfurique qu'il faudrait pour stériliser tout le fumier employé?

Il est bien à remarquer, au reste, que le fumier est enfoui à l'automne, et que, si les ferments dénitrificateurs qu'il apporte détruisent les nitrates qui existent encore dans le sol, le mal n'est pas bien grand, puisque, si les nitrates ne sont pas détruits, ils seront fatalement enlevés par les eaux.

Quant au nitrate de soude, on ne l'introduit qu'au printemps, alors que les ferments, déjà depuis longtemps disséminés dans le sol, ont sans doute perdu une partie de leur activité. Si l'addition successive du fumier à l'automne et du nitrate au printemps était funeste, on ne verrait pas l'usage de ces fumures mixtes progresser constamment, et, si elles sont chaque jour plus répandues, c'est qu'elles sont efficaces.

Je ne crois donc pas qu'il faille conseiller aux praticiens de traiter le fumier par l'acide sulfurique avant de l'épandre, et, dans tous les cas, il conviendrait, avant de préconiser ce traitement, d'étudier l'action qu'exercent dans les différents sols ces fumiers acides et de s'assurer qu'ils sont supérieurs à ceux qu'on obtient par les méthodes usuelles ; en effet, ces fumiers, au lieu de carbonate d'ammoniaque, renfermeraient du sulfate d'ammoniaque, qui, loin d'être avantageux sur les terres calcaires, y est souvent nuisible.

VII. — Les pertes d'azote dans la fabrication du fumier.

MM. Muntz et Girard ont établi depuis longtemps déjà que pendant la fabrication du fumier les pertes d'azote sont considérables. Leur mode d'opérer est facile à saisir : ils pèsent les animaux au commencement de l'expérience et ils pèsent également les rations et les litières distribuées pendant la durée des observations. Ils dosent en outre l'azote contenu dans ces aliments et ces litières; ils recueillent les déjections solides et liquides mélangées aux litières, les pèsent et y dosent encore l'azote. L'augmentation de poids des animaux constatée à la fin de l'observation, l'accroissement de la laine, ou la pesée du lait produit, donnent, avec une approximation suffisante, la fraction de l'azote des aliments utilisés par les animaux. La pesée et l'analyse des litières indiquent la quantité d'azote rejetée sous forme solide ou liquide.

Si les matières azotées des aliments sont employées à former dans l'animal des muscles, de la laine, ou du lait, et que l'excédent soit rejeté à l'état d'urée, d'acide urique, d'acide hippurique, etc., on devra retrouver intégralement l'azote que renfermaient les fourrages et les litières. Or, il est bien loin d'en être ainsi, la perte est importante : elle s'élève parfois à 50 centièmes, toujours elle dépasse 20 centièmes.

Si l'on ajoute à l'azote retenu dans le fumier produit, celui qui a été utilisé par l'animal, on trouve pour leur somme un nombre très inférieur au chiffre d'azote que contenaient les fourrages consommés et les litières salies. L'excédent s'est dégagé en majeure partie à l'état de carbonate d'ammoniaque.

Entraînés par leurs études sur les ferments dénitrificateurs, les agronomes allemands, suivis par un écrivain français dont la chronique agricole dans un grand journal est très répandue, ont cru que ces pertes devaient être attribuées à la destruction des nitrates.

Il importe ici de bien distinguer la nature du fumier dont on s'occupe. S'il s'agit de l'engrais produit en recueillant dans de la tourbe les déjections des animaux, on peut discuter, car les nitrates y apparaissent ; mais si l'on parle du fumier produit avec des litières de paille, la discussion tombe ; il n'y a pas de nitrates dans ce fumier qui est infi-

[1] Voyez notamment *Annales agronomiques*, tome XVIII, p. 273, 1892.

niment trop alcalin pour que les ferments nitriques puissent y travailler. Ce n'est donc pas aux ferments dénitrificateurs qu'il faut s'en prendre, mais à ceux qui pullulent dans les urines mêlées aux déjections solides des animaux.

Que l'urée soit transformée en ammoniaque par l'action d'un ferment, c'est ce que M. Van Tieghem nous a appris depuis longtemps.

Quand on ajoute à de l'urine stérilisée un peu de bouse de vache ou de crottin de cheval, et qu'on expose ce mélange dans une étuve à 30 degrés, on reconnaît qu'il y a des pertes d'azote considérables. Cette observation ne fait que confirmer celles de MM. Muntz et Girard. Il est parfaitement certain que cette perte est due à l'action de ferments. Elle a lieu à l'état de carbonate d'ammoniaque et se produit par la volatilisation de ce sel quand les urines fermentées sont exposées à l'air libre; quand on les maintient en vase clos, bien que communiquant à l'air par un tube, elles diminuent dans une énorme proportion.

C'est pendant que les litières salies restent sous les animaux, qu'elles sont exposées à l'air, que la volatilisation du carbonate d'ammoniaque se produit; aussitôt que les litières sont accumulées dans le tas de fumier, les pertes cessent.

Ces connaissances étant acquises, ne convient-il pas de chercher à réduire la déperdition de l'ammoniaque sans aller jusqu'à répandre sur les litières du superphosphate très acide, ou même de l'acide sulfurique, de façon à tuer tous les êtres vivants qui y pullulent?

Actuellement, fabriquer du fumier, c'est attaquer la paille à l'aide des ferments et des carbonates alcalins, de façon à y faire naître la matière noire qui provient de la vasculose de la paille. Sur les trois composés ternaires qui constituent la plus grande partie de la paille elle-même : gomme, cellulose et vasculose, les deux premiers sont détruits par l'action des ferments : la gomme, à la partie supérieure de la masse réunie sur la plate-forme, là où l'oxygène pénètre encore et où la température s'élève jusqu'à 65 degrés. On ne trouve dans l'atmosphère de cette partie du tas, que de l'azote et de l'acide carbonique ; plus bas, à mi-hauteur, l'atmosphère renferme encore de l'azote et de l'acide carbonique, mais contient, en outre, du gaz des marais ou méthane, qui provient de la destruction de la cellulose. Cette destruction n'a lieu que dans un milieu très alcalin. Si on ajoute au fumier de l'acide sulfurique, qu'on détruise par cela même le carbonate de potasse des urines et le carbonate d'ammoniaque provenant de l'urée, les fermentations s'arrêtent; la paille reste intacte. La vasculose, matière première de l'humus, n'est pas séparée de la gomme et de la cellulose; la fabrication est manquée. Pendant que le fumier fermente sur la plate-forme, les déperditions d'ammoniaque sont nulles. Si, rapidement, on enlève des étables les litières salies, si on soustrait les urines, déjà chargées de carbonate d'ammoniaque, à l'action de l'air, on réduira ces pertes d'azote dans une énorme proportion. Elles se produiront encore cependant, mais dans une faible mesure.

Quelque déplorables qu'elles soient, elles ne me paraissent pas comparables au dommage que causerait à la culture l'absence de l'humus apporté par le fumier. Car, bien que je n'en aie pas encore fait une étude spéciale, je ne crois pas qu'il soit possible d'obtenir la décomposition de la paille dans des milieux acides. Tandis qu'il est facile de se procurer, à prix d'argent, des engrais azotés ou même de fixer dans le sol de l'azote atmosphérique en cultivant des Légumineuses, la fabrication du fumier, telle quelle est conduite habituellement, est la seule source d'humus à laquelle nous puissions puiser régulièrement, et l'on peut être étonné que M. Grandeau, qui a montré l'influence qu'exerce l'humus sur l'assimilation des matières minérales par les plantes, abandonne si aisément la production de cet humus par le fumier de ferme. Je resterai donc formellement opposé à l'idée d'arroser chaque jour les litières avec de l'acide sulfurique dilué, ou même de répandre dans les étables des superphosphates acides, tant qu'il n'aura pas été démontré que les litières ainsi traitées peuvent encore fermenter régulièrement. Je crois que cette pratique serait absolument nuisible. Il est très utile cependant que les études sur les pertes d'azote que subissent les déjections des animaux soient reprises, il faut espérer qu'on réussira à les restreindre ou même à les éviter, tout en continuant à apporter au sol, à l'aide du fumier fermenté, un agent de fertilité indispensable : l'humus.

P.-P. Dehérain,
de l'Académie des Sciences,
Professeur au Muséum
et à l'Ecole nationale d'Agriculture
de Grignon.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Raffy (L.), *Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Leçons sur les applications géométriques de l'Analyse (Éléments de la théorie des courbes et des surfaces).** — *1 vol. grand in-8° avec figures. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1896.

Dans le livre que M. Raffy vient de publier sous le titre qui précède, l'auteur s'est surtout proposé de coordonner des théories éparses pour en faire un corps de doctrine. Il commence par les définitions analytiques des courbes et des surfaces, choisit non les plus générales, mais les plus simples possible. La mise en œuvre de ces définitions, dans les premiers chapitres, est assurément l'une des parties de l'ouvrage qui contribuent le plus à lui donner un caractère d'originalité.

A ce point de vue, le XIe et dernier chapitre : *Arcs, aires et volumes*, est à rapprocher des premiers : les définitions étant analytiques, aucun résultat n'est emprunté à la géométrie ; l'aire du triangle est obtenue par intégration. Les aires et les volumes reçoivent, peut-être pour la première fois, leurs vraies définitions, exemptes de tout malentendu, de toute équivoque. Les aires, même planes, sont des intégrales doubles, les volumes des intégrales triples, au lieu d'employer respectivement des intégrales simples et des intégrales doubles, comme on le fait d'habitude. La théorie acquiert ainsi un caractère incontestable de grande rigueur analytique.

Dans tout le cours de cet ouvrage, M. Raffy a tenu à apporter la plus grande attention aux questions de signes, ce dont on ne saurait assez le louer, car c'est bien souvent, pour les personnes insuffisamment habituées à ces notions, une cause continuelle d'hésitation et de trouble. Nous devons recommander tout spécialement, à ce point de vue, ce qui est relatif à la torsion, aux paramètres de distribution et aux rayons de courbure des surfaces.

La théorie des surfaces, en ce qui concerne les propriétés du 1er et du 2e ordre, est traitée complètement en coordonnées curvilignes avec l'introduction des deux formes quadratiques fondamentales, et une grande place a été faite aux systèmes conjugués. Cela donne à l'exposition une physionomie essentiellement moderne.

Ce qui précède suffit pour qu'on se fasse une idée générale de la substance de l'ouvrage de M. Raffy; il nous reste à dire quelques mots de la forme, dont on constate, même à une lecture rapide et superficielle, qu'il a eu constamment le souci. La recherche de la clarté, de l'élégance, et aussi, bien entendu, de la correction du style, est évidente à chaque page et pour ainsi dire à chaque ligne. On reconnaît, à ne pouvoir s'y méprendre, que l'auteur est un professeur, et qu'il professe ici encore, la plume à la main et non plus par la parole, bien plus préoccupé de ses élèves (c'est-à-dire de ses lecteurs) que de lui-même.

Les *Leçons sur les applications géométriques de l'Analyse* sont, à ce point de vue, un véritable modèle à suivre, et qui sera suivi, nous voulons l'espérer. Trop fréquemment, des auteurs du plus grand mérite laissent, dans leur dédain de la forme, planer sur leurs écrits une obscurité décourageante pour des étudiants. Cela peut, à la rigueur, être excusable dans un mémoire où l'auteur, tout plein de ses propres idées, n'a d'autre souci que de produire ses découvertes, à peu près comme elles se présentent à son esprit. Dans un ouvrage classique, intéressant en soi, mais destiné surtout à ceux qui apprennent, il en va tout autrement, et le devoir du professeur est d'aplanir la route à celui dont il est le guide; non pas en esquivant plus ou moins habilement les difficultés, mais en s'attachant à la clarté d'une façon telle, qu'on soit assuré de ne pas voir des difficultés se produire en dehors de celles qui sont inhérentes au sujet lui-même. Cela demande beaucoup de patience, de soin et de travail; mais sans ces vertus, et malgré tout le talent du monde, il n'y a pas de professeur.

Les étudiants qui ont suivi depuis bien des années l'enseignement si clair et si précis que donne M. Raffy à la Faculté des Sciences, enseignement dont ils font l'éloge avec tant de sincérité et dont ils se montrent si reconnaissants, seront heureux de « l'entendre » encore, même s'ils sont aujourd'hui loin de Paris; car ce sera l'entendre, et l'entendre avec profit, que de lire ses *Leçons* avec tout le soin et toute l'attention dont elles sont dignes.

C.-A. Laisant,
Docteur ès sciences.

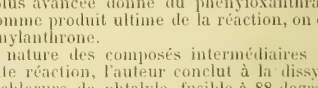
2° Sciences physiques

Guyot (A), *Chef des travaux chimiques à la Faculté des Sciences de Nancy.* — **Etude de quelques homologues de la diphénylanthrone.** (*Thèse de la Faculté des Sciences de Nancy.*) — *1 brochure in-4° de 41 pages. Imprimerie Jochum,* 13, *rue de Serre. Nancy,* 1896.

L'auteur a étudié la condensation du tétrachlorure du phtalyle, fusible à 88 degrés, avec le benzène, au moyen de la réaction de MM. Friedel et Craft.

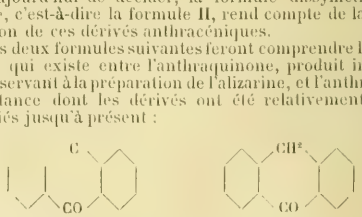
Cette condensation a lieu en plusieurs phases: il se forme, tout d'abord, de l'anthraquinone; une condensation plus avancée donne du phényloxanthranol, et enfin, comme produit ultime de la réaction, on obtient la diphénylanthrone.

De la nature des composés intermédiaires formés dans cette réaction, l'auteur conclut à la dissymétrie du tétrachlorure de phtalyle, fusible à 88 degrés, car, des deux formules de constitution proposées pour ce composé :



et entre lesquelles aucune réaction n'avait permis jusqu'aujourd'hui de décider, la formule dissymétrique seule, c'est-à-dire la formule II, rend compte de la formation de ces dérivés anthracéniques.

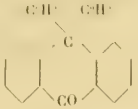
Les deux formules suivantes feront comprendre l'analogie qui existe entre l'anthraquinone, produit industriel servant à la préparation de l'alizarine, et l'anthrone, substance dont les dérivés ont été relativement peu étudiés jusqu'à présent :



Anthraquinone Anthrone

Le groupe CH^2 de l'anthrone est susceptible de donner lieu à des substitutions, et c'est le dérivé diphénylé

de la formule suivante que l'auteur s'est proposé d'étudier :



L'auteur a préparé divers homologues de ce composé et un certain nombre de matières intermédiaires nécessaires pour ces recherches. Il a reproduit la tolylphénylphtalide et la ditolylphtalide, puis l'acide ditolylphénylméthane-o-carbonique, etc. Il a préparé, en outre, divers dérivés de l'anthrone comme la phényltolylanthrone et la ditolyl et la phényltolyl-β-méthylanthrone.

Chose heureuse à constater, cette thèse, faite sous la direction de M. Haller, à l'Institut Chimique de Nancy, a été soutenue devant la Faculté des Sciences de la même ville. Le fait doit se présenter rarement, car cette thèse porte comme numéro d'ordre le chiffre 10; aussi nous permettrons-nous de féliciter M. Guyot de cet excellent exemple de décentralisation.

G.-F. Jaubert,
Préparateur à l'École Polytechnique.

Livache (A.), *Ingénieur civil des Mines.* — **Vernis et Huiles siccatives.** — 1 *vol. in*-16 *de* 316 *pages.* (*Prix relié :* 10 *fr.*) *Baudry et* Cie, *éditeurs*, 15, *rue des Saints-Pères. Paris*, 1896.

La technique de la fabrication des vernis était, jusqu'à ces dernières années, fort peu connue, les industriels gardant jalousement leurs procédés de fabrication. Le livre de M. Laurent Naudin (*Encyclopédie Léauté*) avait déjà fait connaître la pratique de cette industrie séculaire. Le volume dû à la plume autorisée de M. Livache vient donc à son heure, apportant aux praticiens des données nouvelles, permettant de fixer, par une connaissance approfondie des matières premières mises en œuvre, les résultats que l'on est en droit d'attendre, lorsqu'un examen attentif du procédé employé précède la pratique industrielle.

Le livre de M. Livache est divisé en deux parties. La première comprend l'étude des vernis volatils; elle traite successivement des caractères généraux des gommes résines propres à la fabrication des vernis, telles que succin, copals, damar, mastic, sandaraque, élémi, benjoin, térébenthines, colophane, laque, gomme-gutte, sang-dragon, caoutchouc, gutta-percha, camphre, celluloïd. Pour chaque espèce de résine, M. Livache a indiqué l'origine, les sortes commerciales, les caractères analytiques, les falsifications. Le chapitre réservé aux copals est particulièrement bien traité; mais, nous estimons, par contre, que l'étude des produits si intéressants, tels que le caoutchouc, la gutta, le celluloïd est trop sommaire [1], étant donnée l'importance que ces produits prennent de jour en jour dans la fabrication des vernis pour navires, pour vernis souples, pour l'application sur métaux; cannes, cravaches, ballons, etc.

Eu égard aux falsifications nombreuses de la gutta-percha et du caoutchouc, il nous semble qu'il eût été intéressant d'indiquer les méthodes d'analyse et de dosage si ingénieuses de M. Montpellier.

La première partie du livre de M. Livache comprend également l'étude des dissolvants, des matières colorantes le plus communément employées pour la fabrication des vernis.

Le chapitre relatif à la préparation des résines, à l'action de la chaleur, donne la description détaillée des différents procédés suivis industriellement, et M. Livache a exposé d'une façon très judicieuse les avantages et inconvénients de chaque procédé. Nous sommes d'autant plus heureux de signaler ce chapitre à l'attention des fabricants de vernis, que généralement, dans les livres publiés sur les vernis, la partie consacrée au traitement industriel des résines est exposée d'une façon trop sommaire.

La première partie consacrée aux vernis volatils est terminée par une étude complète des vernis fabriqués avec les diverses résines, classification des vernis, action des dissolvants, et par une méthode générale d'analyse pour l'essai des vernis volatils.

Dans la seconde partie de l'ouvrage, M. Livache aborde l'étude des huiles siccatives et des vernis gras.

Les beaux travaux de M. Livache sur les huiles siccatives de lin lui donnent toute autorité pour traiter la question de l'emploi rationnel des huiles siccatives, en se basant sur la siccativité de chacune d'elles. Les procédés dus à M. Livache sont, en effet, entrés dans la pratique du laboratoire du chimiste et dans l'industrie. La constitution des huiles siccatives, l'action de l'oxygène, les procédés à employer pour augmenter la siccativité des huiles, sont l'objet d'une étude très approfondie [1]. L'industriel trouvera dans ces pages d'excellents renseignements.

M. Livache a cru devoir indiquer les caractères analytiques de chaque espèce d'huile siccative, de façon à permettre à l'industriel et au chimiste le contrôle de la pureté des matières grasses mises en œuvre. Nous estimons, pour notre part, que les données fournies par M. Livache, comme étant caractéristiques de la pureté de ces huiles, sont insuffisantes, eu égard aux très nombreuses falsifications dont elles sont l'objet. Quelques-unes des réactions colorées indiquées ont été abandonnées totalement ; en particulier l'action du chlore pour reconnaître la falsification des huiles de lin par les huiles de poissons. Les travaux qui ont été publiés à ce sujet par M. Ruffin ont, en effet, démontré que cette réaction indiquée par Fauré, en 1839, comme étant caractéristique des huiles de poissons et facile à contrôler, présente, malheureusement, de telles anomalies qu'elle induit très souvent en erreur.

Nous pensons que M. Livache a voulu indiquer brièvement à l'industriel les constantes des huiles siccatives, estimant, et c'est notre avis, que l'examen des huiles au point de vue de la pureté comporte de trop nombreuses déterminations et procédés pour être mis à la portés des industriels et que ces recherches toutes spéciales doivent être confiées à des spécialistes.

Il eût été intéressant de faire connaître les huiles de camphrier, de bois de Cochinchine, de bois de cèdre, du bois de Japon et noix de Baucoul, qui peuvent être employées concurremment avec les huiles de lin, de pavot, de coton, chènevis, ricin Eleocaca. Ces huiles exotiques, peu connues en France, sont, en effet, très siccatives. Employées pour la fabrication des vernis, en Angleterre, en Chine, au Japon, elles fournissent d'excellents vernis pour les coques de navires, et les métaux oxydables.

La seconde partie de l'ouvrage de M. Livache renferme les formules générales pour la préparation des vernis gras, et l'exposé des caractères que doit présenter un bon vernis, et est terminée par une méthode générale d'analyse de ces produits.

Le livre de M. Livache est appelé à rendre de réels services aux techniciens et aux industriels. L'exposé très clair du sujet, les nombreux procédés industriels décrits avec soin, les aperçus nouveaux qu'il renferme, font de l'ouvrage de M. Livache un livre intéressant et utile à consulter par les fabricants de vernis.

Jules Jean,
Ingénieur-chimiste.

[1] Nous sommes persuadé que cette lacune sera comblée dans une prochaine édition.

[1] Nous signalons à l'attention des fabricants de vernis un récent travail de M. le Dr Asmel, au Congrès de Zurich, 1895, sur l'huile de lin et les vernis à l'huile de lin.

Barillot (E.), *Directeur technique de l'Usine de Distillation de bois des Grands-Moulins.* — **La Distillation des Bois.** — 1 *volume in*-16 *de* 168 *pages, avec* 53 *figures, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché,* 2 *fr.* 50 ; *cartonné,* 3 *fr.*) *Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris,* 1896.

L'emploi du bois comme combustible tend à baisser de plus en plus, alors que, par contre, l'utilisation du bois dans l'industrie chimique tend à se développer aussi bien en France qu'en Allemagne et en Amérique. Aussi l'ouvrage de M. Barillot sera-t-il bien accueilli des propriétaires forestiers, des chimistes et des industriels qu'intéresse la distillation des bois. L'auteur y a exposé le résultat de ses expériences personnelles et de nombreuses données numériques sur les rendements et les prix de revient, tous documents précieux pour le praticien.

Il étudie successivement les matières premières, leur prix de revient; l'installation des usines; les rendements industriels avec des détails, et accompagne cette étude des considérations économiques qui s'y rapportent. Vient ensuite la fabrication des divers dérivés de la distillation du bois: les acétates de chaux et de soude, les méthylènes, l'acétone, l'acide acétique.

Un chapitre spécial est consacré à l'étude des produits de la distillation des goudrons de bois, à la fabrication des produits pharmaceutiques, tels que le gaïacol, la créosote, la pyrocatéchine, dont la fabrication est suceptible de donner un nouvel intérêt aux usines de distillation des bois.

La dernière partie est consacrée à l'analyse des produits dérivés du bois.

En résumé, l'ouvrage de M. Barillot sera fort utile aux praticiens en raison des nombreux documents qu'il renferme et qui sont de nature à les guider sûrement dans leurs travaux.

X. Rocques,
Ingénieur-chimiste.

3° Sciences naturelles

Duclaux (E.), *Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne, Directeur de l'Institut Pasteur.* — **Pasteur. Histoire d'un Esprit.** — 1 *vol. in*-8° *de* 400 *pages.* (*Prix :* 5 *fr.*) *G. Masson et Cie éditeurs. Paris,* 1896.

Dans cet ouvrage, l'ancien disciple du maître, devenu aujourd'hui le continuateur de son œuvre, retrace étapes par étapes la vie scientifique de Pasteur. Cette vie « a été le développement logique et harmonieux d'une même pensée », et c'est pour cela que l'histoire en est particulièrement instructive et pleine d'attraits.

Ce sont d'abord les recherches physico-chimiques sur l'hémiédrie des tartrates et sur leur pouvoir rotatoire, où Pasteur dégage la notion fondamentale d'une relation nécessaire entre l'activité optique et la dissymétrie moléculaire, germe précieux dont, vingt ans après, Le Bel et Van t'Hoff devaient tirer la stéréochimie.

La présence de corps actifs dans les produits de la fermentation alcoolique engage Pasteur dans une nouvelle voie, et nous le voyons successivement étudier les fermentations lactique, alcoolique, butyrique, et en établir la cause nécessaire : le phénomène exige la présence d'un être vivant spécifique, se reproduisant identique à lui-même avec ses caractères et ses propriétés.

Cette hérédité des ferments, Pasteur veut la généraliser en combattant la théorie des générations spontanées, et M. Duclaux nous fait assister aux luttes passionnées qu'il soutint contre Pouchet, plus tard contre le Dr Bastian, pour démontrer en toute certitude l'existence des germes.

L'acétification, où Liebig ne voulait voir qu'un phénomène d'oxydation purement chimique, semblable à celui que réalise la mousse de platine, appelait nécessairement l'attention de Pasteur, et « moins d'une année lui suffit pour faire sur ce sujet un de ces travaux à la Lavoisier, qui deviennent tout de suite classiques par leur ampleur, leur élégance et leur simplicité. » Ce fut un vrai triomphe des idées nouvelles, et Liebig n'osa pas relever le défi porté devant l'Académie des Sciences par son redoutable adversaire.

Comme l'acétification, les autres maladies des vins devaient être l'œuvre de ferments spéciaux, et, l'un après l'autre, Pasteur les découvre et les étudie : de même qu'il avait pu tirer de la connaissance du *mycoderma aceti* de précieux enseignements pour la fabrication pratique des vinaigres, il fait connaître, pour conserver les vins, cette méthode de plus en plus usitée, qu'on a nommée *pasteurisation.*

Cette lutte contre les infiniment petits malfaisants, nous voyons Pasteur la poursuivre dans les maladies du ver à soie. L'auteur nous fait assister aux tâtonnements inévitables du maître sur ce terrain nouveau pour lui, puis à ses victoires successives : il y avait, en réalité, deux maladies distinctes, l'une, la *pébrine,* produite par certains corpuscules, que Pasteur enseigne à proscrire dans les magnaneries, à l'aide d'une pratique infaillible; l'autre, la *flacherie,* dont l'étude met en lumière quelques points très importants de la pathologie microbienne, la réceptivité variable selon les individus, l'accroissement de la virulence par les cultures successives, l'influence du mode d'inoculation des microbes.

Ainsi placé sur ce terrain, Pasteur était mûr pour aborder les grandes questions qui dominent la pathologie, mais, nous dit M. Duclaux, la technique lui faisait défaut, et c'est l'étude de la bière qui la perfectionna. En effet, si ses travaux sur la bière fournirent d'utiles indications à l'industrie des brasseurs, ils furent surtout féconds parce qu'ils amenèrent Pasteur à résoudre certaines questions incidentes d'un grand intérêt, origine des levures du vin, possibilité de transformation des espèces les unes dans les autres, admise tout d'abord par lui, puis rejetée à la suite d'expériences plus précises. C'est l'examen des variations du rôle des organismes, par les changements de leur mode d'existence, qui conduit Pasteur à sa définition physiologique du ferment : une cellule vivante qui, privée d'oxygène libre, peut le prendre à certaines substances, est un ferment pour ces substances. On sait que cette conception ne fut pas admise par Claude Bernard, qui, dans les derniers jours de sa vie, avait institué des expériences pour la combattre : la publication posthume des résultats obtenus donna lieu entre Pasteur et M. Berthelot à de vives discussions, toujours intéressantes entre de tels esprits, quoique les opinions adverses fussent au fond peu différentes.

Le travail sur le *charbon* fut en réalité la première étape du maître dans le domaine de la pathologie des êtres supérieurs. M. Duclaux nous fait un exposé très net de l'état des idées alors acquises sur ce sujet déjà illustré par les recherches de Davaine et de Koch : il restait à prouver que la bactérie est la seule cause du mal. Cette preuve, Pasteur, familiarisé avec la pratique des cultures, put la donner absolument parfaite, et, chemin faisant, il étudiait le vibrion septique, ce microbe anaérobie qui, malgré son extrême diffusion dans l'organisme des animaux, ne peut que rarement exercer sa redoutable influence, et il pouvait donner aux chirurgiens des conseils pratiques, dont les conséquences ont été inappréciables.

Les idées de microbes et de virus se rapprochaient de plus en plus dans l'esprit de Pasteur. Le choléra des poules lui apporta des lumières inattendues : des poules, qui, rendues malades par l'inoculation, n'avaient pas succombé, résistèrent parfaitement à une inoculation nouvelle, et cette immunité put être réalisée par l'inoculation à l'animal d'une culture vieillie du microbe. On peut donc *préparer* des vaccins garantissant contre l'invasion d'une maladie virulente, et ces vaccins peuvent être obtenus par l'atténuation des virus.

C'est là tout un monde inconnu que le maître se hâte de parcourir. « Pasteur était monté peu à peu jusqu'à un de ces cols de montagne d'où l'on domine tout un pays nouveau. Il s'y enfonce de suite avec allégresse. »

Et l'auteur nous le montre appliquant au charbon, puis à la rage, la méthode de vaccination qu'il venait de découvrir, et qui contient en germe tout un infini de promesses pour l'avenir de l'humanité.

Ce dernier chapitre est un résumé lucide de nos connaissances actuelles sur l'atténuation des virus, sur le retour à la virulence, et aussi sur les causes qui déterminent l'immunité. Entre l'explication purement chimique que Pasteur avait énoncée, et la théorie cellulaire de Metchnikoff, à laquelle Pasteur semblait se rallier aux derniers temps de sa vie, l'auteur penche vers cette dernière, qui d'ailleurs peut très bien se concilier avec la première.

Cette rapide analyse peut donner une idée de l'ordre suivi par l'auteur dans son livre, mais elle ne saurait exprimer le charme qu'on éprouve à le lire. Dans cet historique concis, plein d'idées originales et personnelles, M. Duclaux fait bien revivre le grand esprit du maître avec son imagination hardie, toujours corrigée par la confiance exclusive dans les décisions de l'expérience. Quoique l'auteur ait « laissé de côté tout ce qui est relatif à l'homme, pour ne parler que du savant », la lecture de ces pages évoque pour tous ceux qui l'ont connu, l'image du grand homme « absorbé dans la contemplation des perspectives qu'il découvrait et que son œil était seul à scruter ou à parcourir », et du lutteur véhément, intolérant comme tous ceux qui ont une foi profonde.

Il y a vingt ans, alors que Pasteur n'était encore qu'à moitié chemin de sa gloire, Henri Sainte-Claire Deville nous disait un jour, dans une de ces digressions familières dont il aimait à émailler ses leçons : « M. Pasteur est le vrai modèle du savant, esprit à la fois confiant et critique, attentif et patient, humble comme était Berzélius : il agit toujours en homme sûr de lui-même. Quant à ses expériences, il les fait avec une rigueur inouïe, ne négligeant jamais d'observer les plus minimes circonstances. Pasteur ne se trompe jamais. »

En réalité, Pasteur s'est trompé plusieurs fois, mais il avait l'art de ne se tromper qu'à demi, et parfois ces erreurs ont été fructueuses dans ce cheminement ininterrompu vers la vérité, parce qu'elles ont été la cause de retours en arrière entrepris avec des lumières nouvelles.

« La grandeur de ses découvertes fait que l'histoire de son esprit peut revêtir les allures d'un roman d'aventures qui serait vrai. » Et en effet, aucune lecture n'est plus attrayante; mais aussi, ne pouvait-on souhaiter, pour rendre hommage au génie de Pasteur, une plume plus autorisée et plus heureusement inspirée.

PAUL SABATIER,
Professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Toulouse.

4° Sciences médicales

Sonnié-Moret (Dr), *pharmacien des Hôpitaux de Paris.* — **Eléments d'Analyse chimique médicale appliquée aux recherches cliniques.** — 1 *vol. in*-8° *de* 236 *pages avec* 30 *fig.* (*Prix* : 6 *fr.*) *Société d'Editions scientifiques. Paris*, 1897.

La Chimie joue un rôle de plus en plus grand dans le diagnostic, et aujourd'hui la Chimie clinique dispose d'un si grand nombre de méthodes d'investigation qu'elle constitue un domaine bien spécial dans le groupe des sciences biologiques. M. Sonnié-Moret s'est attaché à décrire les procédés d'analyse les plus commodes des liquides organiques, à l'état physiologique ou pathologique.

L'urine occupe naturellement la première place et aussi la plus importante; les deux tiers du volume lui sont consacrés. Les renseignements précis abondent, et les praticiens y trouveront une ample moisson de documents analytiques. Il nous sera permis d'y signaler quelques lacunes : l'étude de l'acide urique, par exemple, dont l'origine et le mode de formation ont fait l'objet de nombreux et récents travaux, est sacrifiée. L'auteur ne cite que la méthode de dosage, absolument fausse et aujourd'hui universellement abandonnée, de Heintz : il passe sous silence le seul procédé exact, celui de Salkowski-Ludwig ainsi que les méthodes de Denigès, d'Hermann-Haycraft qui, sans être rigoureuses, sont cependant très suffisantes dans presque tous les cas et doivent à leur rapidité d'exécution d'être suivies dans la plupart des laboratoires. Il serait désirable que l'auteur fît une place, dans sa prochaine édition, à d'excellents procédés de recherche du sucre, de nature à suppléer à l'incertitude si fréquente des méthodes classiques; tels sont la phénylhydrazine et surtout l'essai si caractéristique par la fermentation.

Dans le chapitre consacré au sang et aux sérosités pathologiques, on trouvera un exposé très clair des travaux les plus décisifs consacrés ces temps derniers à la coagulation.

La Chimie pathologique de l'estomac est au premier chef une question d'actualité. Quelle que soit la valeur, à bien des points de vue contestable, de la méthode d'Hayem-Winter, cette méthode a une importance si grande dans l'histoire du chimisme stomacal qu'elle n'aurait pas dû, ce semble, être passée sous silence.

Les derniers chapitres sont consacrés à la bile, à la salive et au lait.

Les critiques qui précèdent ne sont pas pour diminuer la valeur de l'ouvrage ; il est clair, bien divisé et suffisament complet pour les cliniciens qui ne s'écartent guère des recherches courantes, et c'est, au demeurant, le plus grand nombre.

Il faut savoir gré à M. Sonnié-Moret d'avoir contribué à répandre le goût de la Chimie médicale en mettant à la portée de tous un précis bien fait, que les médecins consulteront avec fruit et où les analystes ne manqueront pas d'aller chercher méthodes de dosage et procédés de recherche.

LOUIS HUGOUNENQ,
Professeur de Chimie à la Faculté de Médecine de Lyon.

Brocq (L.), *médecin des Hôpitaux de Paris*, et **Jacquet** (L.), *ancien interne de Saint-Louis.* — **Précis élémentaire de Dermatologie.** *Tome IV :* **Dermatoses d'origine nerveuse. Formulaire.** — 1 *vol. in*-16, *de* 200 *pages, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publié sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix broché*, 2 *fr.* 50; *cartonné*, 3 *fr.*) *G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris*, 1896.

Nous avons à diverses reprises, ici même, analysé les volumes successifs du Précis de Dermatologie de MM. Brocq et Jacquet et montré toute l'utilité de cet ouvrage qui résume les connaissances étiologiques, cliniques et thérapeutiques, actuellement acquises sur les maladies de la peau. Le tome présent complète ce précis composé de cinq volumes. Il traite des dermatoses d'origine nerveuse : prurits, lichens, urticaires, sclérodermies, etc. Les auteurs ont ajouté au but pratique de l'ouvrage en réunissant, dans un formulaire général de dermatologie bien ordonné, toutes les préparations pharmaceutiques à employer dans les affections cutanées.

Dr A. LÉTIENNE.

Comby (Jules), *médecin de l'hôpital Trousseau.* — **Traité des maladies de l'Enfance,** 2e *édition.* — 1 *vol. in*-12 *de* 894 *pages. J. Rueff, éditeur. Paris*, 1896.

Comby (Jules), *médecin de l'hôpital Trousseau.* — **Thérapeutique et Prophylaxie des maladies de l'enfance. Formulaire.** 2e *édition.* — 1 *vol. in*-12 *de* 806 *pages. J. Rueff, éditeur. Paris*, 1896.

De ces deux ouvrages, l'un donne la description sommaire de toutes les maladies de l'enfance, l'autre détaille et explique les médications employées chez les enfants. Tous deux parviennent ensemble à la seconde édition. Ils se complètent l'un l'autre et forment un vade-mecum de médecine infantile, commode et précieux pour le praticien.

A. L.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 Décembre 1896.

M. le Président rend compte de la cérémonie de la translation des restes de Pasteur.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Poincaré** signale certains cas d'exception au théorème de Bruns, d'après lequel le problème des trois corps n'admet pas d'autre intégrale algébrique que les intégrales connues, et rectifie certaines défectuosités de la démonstration. — M. **G. Bigourdan** donne le catalogue des nébuleuses nouvelles découvertes à l'Observatoire de Paris de 1891 à 1895 avec l'équatorial de la tour de l'Ouest. — M. **E. Delassus** montre que tout système différentiel canonique Σ permet de former une infinité de systèmes canoniques σ tels que, si l'on en connaît une intégrale particulière convenable, on puisse en déduire l'intégrale générale par des intégrations d'équations différentielles ordinaires. La connaissance de cette intégrale particulière pour un quelconque des systèmes σ permet d'intégrer tous les autres et Σ par des équations différentielles ordinaires. — M. **A. Liapounoff** présente quelques considérations sur une série relative à la théorie des équations différentielles linéaires à coefficients périodiques. — M. **W. Stekloff** signale deux conditions nouvelles d'intégrabilité des équations du mouvement d'un solide dans un liquide indéfini; ces conditions ne résultent pas de celles déjà indiquées par M. R. Liouville. — Une équation étant représentable par trois systèmes linéaires de points cotés, M. **M. d'Ocagne** indique comment on peut, par une transformation homographique appropriée, faire en sorte que ces trois systèmes soient réguliers ou sinon que deux des systèmes ou un seul système soient réguliers. — M. **E. Delsol** donne les principes de construction et la théorie d'une machine destinée à recueillir le travail produit par le gaz qui se dégage d'une solution d'ammoniaque quand on la chauffe. — M. **Le Roy** montre que le problème des membranes vibrantes peut être regardé comme résolu au point de vue physique; il donne un moyen effectif de former une fonction continue z qui remplit les conditions prescrites, sauf que z et $\frac{dz}{dt}$, au lieu de se réduire rigoureusement pour $t = o$ à des fonctions données, en approchent seulement autant qu'on veut. — M. **Vaschy** indique comment on peut calculer d'une façon rigoureuse la valeur de l'énergie dans divers problèmes d'Électromagnétisme.

2° Sciences physiques. — M. **Swyngedauw** a constaté que le potentiel explosif dynamique d'un excitateur terni est plus grand que le potentiel explosif de l'excitateur poli; par contre, le potentiel explosif statique de l'excitateur terni est légèrement inférieur au potentiel explosif de l'excitateur poli. — M. **L. Benoist** compare la loi qu'il a formulée avec M. Hurmuzescu sur la vitesse de dissipation de l'électricité par les rayons X avec celle de M. Jean Perrin, relative à l'action des rayons X sur un même gaz à différentes pressions; ces deux lois, obtenues dans des conditions et par des méthodes distinctes, sont au fond identiques. — MM. **Oudin** et **Barthélemy** décrivent un tube de Crookes pour dynamos à courants alternatifs; le tube contient deux électrodes concaves dont les foyers coïncident en un point où se trouve une lame de platine qui agit comme source de rayons X. — M. **H. Bagard** communique de nouvelles expériences qui ne peuvent laisser aucun doute sur l'existence véritable du phénomène de Hall dans les liquides, malgré les résultats négatifs de M. Florio. — MM. **Luys** et **David** adressent des reproductions photographiques de décharges électriques. — M. **Güntz** a constaté que, si l'on chauffe du lithium ou de l'hydrure de lithium avec du carbone ou des composés renfermant du carbone, il se forme du carbure de lithium C^2Li^2. Les carbures d'hydrogène donnent aussi du carbure de lithium. — M. **Paul Lemoult** étudie la thermochimie du chlorure cyanurique Cy^3Cl^3; c'est un corps très exothermique; qu'on le prépare par l'action du chlore sur l'acide cyanhydrique ou par celle du pentachlorure de phosphore sur l'acide cyanurique, on observe un fort dégagement de chaleur. Le chlorure cyanurique est soluble dans l'eau sans décomposition; ce n'est qu'à chaud et à la longue qu'il subit des transformations. — M. **F. Petit** montre que l'eau chargée d'acide carbonique ou de bicarbonate de chaux dissout de petites quantités de fer tandis que le calcaire se précipite. Cette action permet d'expliquer l'attaque des tuyaux et réservoirs en fer par certaines eaux, et explique d'autre part, le mécanisme de l'épuration des eaux et des sirops de sucrerie par le fer. — M. **A. Ditte** a constaté qu'en ajoutant à une solution d'un sel haloïde alcalin l'acide de ce sel, on détermine tout d'abord une diminution de la solubilité; à partir d'une certaine dose d'acide, la courbe se dirige lentement vers un minimum après lequel elle se relève, en même temps que la proportion d'acide augmente. — M. **A. Granger**, en chauffant du platine à une température aussi faible que possible dans une atmosphère de vapeur de phosphore, a obtenu un phosphure de platine gris-noir et friable. — M. **Albert Colson** a étudié l'action du gaz chlorhydrique sur les sulfates alcalins; le phénomène est complexe, mais il paraît probable qu'il existe les trois phases suivantes :

$$SO^4Na^2 + 2\,HCl = SO^4H^2 + 2\,NaCl$$
$$2\,SO^4Na^2 + 2\,HCl = 2\,SO^4NaH + 2\,NaCl$$
$$SO^4NaH + HCl = SO^4H^2 + NaCl$$

— M. **Ed. Defacqz** a constaté que le minerai même du tungstène, le wolfram, peut être réduit par le charbon avec facilité au four électrique et fournir de suite un métal assez pur : le manganèse et le calcium ont complètement disparu; le silicium et le fer ont diminué dans une notable proportion. Cet essai semble démontrer que le traitement direct des minerais au four électrique pourra produire des métaux assez purs pour entrer directement dans la pratique industrielle. — MM. **Ph.-A. Guye** et **P.-A. Melikian** communiquent de nouveaux exemples de dispersion rotatoire normale. Les dispersions rotatoires spécifiques sont du même ordre de grandeur, mais ne sont cependant pas proportionnelles aux pouvoirs rotatoires spécifiques. — M. **P. Cazeneuve** a reconnu qu'en traitant les camphophénols sulfonés à froid par l'acide azotique fumant, on obtient l'orthocrésol dinitré. — M. **R. Lespieau**, en oxydant par le ferricyanure de potassium le précipité cuivreux que donne l'alcool propargylique avec le sous-chlorure de cuivre ammoniacal, a obtenu l'hexadinediol :

$$CH^2OH - C \equiv C - C \equiv C - CH^2OH$$

corps dont il a préparé la diacétine. — M. **J. Minguin** indique un procédé de préparation et de séparation des bornéols isomères et de leurs éthers, permettant de les obtenir à un état très pur et d'en étudier les propriétés cristallographiques. — M. **J. Winther** communique un grand nombre de nouvelles déterminations du point de congélation de différents laits; il maintient complètement ses premières conclusions, à savoir que la détermination de son point de congélation est actuellement

la plus simple, la plus rapide et la plus rigoureuse des méthodes d'examen du lait; tout lait non suspect ne doit, au cryoscope, s'écarter de plus de un ou deux centièmes de la valeur 0°,55.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Ranvier** formule une nouvelle théorie de la cicatrisation, d'après ses observations sur le rôle de l'épithélium antérieur de la cornée dans la guérison des plaies de cette membrane. Ce qui caractérise surtout cette théorie, c'est qu'elle fait concevoir la réunion des plaies sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir aucune multiplication cellulaire, l'hypertrophie, l'extension et le déplacement des cellules préexistantes suffisant à assurer la formation d'une cicatrice. — M. **E. de Rouville**, étudiant la régénération de l'épithélium vésical chez le bœuf, a trouvé qu'elle a lieu par le moyen du tissu conjonctif, d'origine mésodermique. — M. **Ch. Bouchard** signale de nouvelles applications de la radioscopie au diagnostic des maladies du thorax : épanchement pleurétique, infiltration tuberculeuse, anévrisme de l'aorte, hyperthrophie du cœur. — M. **J. Bergonié** confirme, pour d'autres malades, les résultats obtenus par M. Bouchard. Les indications données par les rayons X concordent pleinement avec celles de l'auscultation et de la percussion. — MM. **A. Chauveau** et **J. Tissot** démontrent que les quantités d'oxygène absorbé et d'acide carbonique exhalé, c'est-à-dire l'énergie dépensée pour le soutien d'une charge, croissent avec le raccourcissement musculaire, bien que la charge reste constante; l'échauffement est donc fonction du produit de la charge par le raccourcissement musculaire. D'autre part, ces mêmes quantités s'accroissent sensiblement de la même manière que la charge. — M. **C. Phisalix** a constaté que le sérum d'anguille jouit de propriétés immunisantes assez actives contre le venin de vipère; pour faire usage de ce sérum, il faut d'abord le chauffer vers 58 degrés afin de détruire ses propriétés toxiques. — MM. **J. Kunstler** et **P. Busquet** présentent leurs observations sur la morphologie du *Cryptococcus guttulatus* Ch. R., qui vit en parasite dans l'intestin du lapin. — M. **A. Malaguin** fait l'histoire du parasitisme et de l'évolution de deux Monstrillides (*Thaumaleus filigranarum* et *Haemocera Danae* Clapd), qui vivent, au stade embryonnaire, à l'intérieur du système vasculaire des Filigranes et des Salmacynes. — MM. **Piéri** et **Portier** ont retiré par macération des branchies et des palpes de certains Acéphales un liquide qui bleuit fortement la teinture de gayac; ce fait doit être attribué à la présence d'une oxydase, analogue à celles que M. Bertrand a retirées des végétaux. — M. **L. Matruchot** a observé, chez une Mucorinée appartenant au genre *Mortierella*, une structure particulière du protoplasma fondamental ou cytoplasma ; celui-ci se compose : 1° d'un protoplasma parfaitement hyalin, indifférent au réactif colorant, constituant une sorte de *hyaloplasma*; 2° d'un certain nombre de *canalicules* distincts les uns des autres, creusés dans ce hyaloplasma, et remplis d'un protoplasma très légèrement granuleux sur lequel se fixe la matière colorante. — M. **E. Roze** signale un nouveau Microcoque de la pomme de terre (*Micrococcus Delacourianus*), qui cause la gangrène noire de la variété *Royale*; il a, en outre, étudié certains Myxomycètes microscopiques, qu'il appelle *Amilotrogus*, et qui s'attaquent aux grains de fécule. — M. **Balland** formule un certain nombre d'observations générales sur les blés, qui se rapportent principalement au poids moyen des graines, à la quantité d'eau, de matières salines, de matières grasses, azotées et amylacées. — M. **A. de Schulten** a fait la synthèse de la hauksite :

$$4\,Na^2SO^4,\ Na^2CO^3$$

en versant de la soude caustique dans une solution chaude de sulfate et de carbonate de soude. — M. **Stanislas Meunier** dose l'asphalte dans les roches bitumineuses par dissolution dans le sulfure de carbone ; il en déduit que le bitume pur est un mélange d'hydrocarbures provenant de la décomposition de carbures métalliques par l'eau ; au contraire, certaines roches de surfaces, dites bitumineuses, mais qui ne cèdent rien au sulfure de carbone, sont simplement imprégnées par des produits de décomposition de matières organiques. — M. **N. de Mercey** montre que les caractères du phosphate riche sont identiques dans les bassins de Paris et de Londres; ils permettent de conclure que ce dépôt résulte d'un enrichissement de la craie phosphatée dû à des actions mécaniques et chimiques qui se sont produites au commencement de l'âge tertiaire. — M. **Counillon** présente les observations géologiques qu'il a faites en collaboration avec M. Massie aux environs de Louang-Prabang (Cochinchine). — M. **E. A. Martel** décrit la *Foiba* de Pisino, au centre de l'Istrie, une des plus remarquables pertes de rivières du Karst autrichien. — M. **A. Pomel** présente la monographie des Hippopotames quaternaires fossiles de l'Algérie ; il signale les espèces : *H. hipponensis*, *H. sirensis*, *H. icosiensis*, *H. annecten*, et *H. Pentlandi*. — M. **Armand Thévenin** décrit les nouveaux genres de Mosasauriens trouvés en France dans la Craie grise à *Belemnita quadrata* de Vaux-Eclusier, près de Péronne.

Séance du 4 Janvier 1897.

L'Académie procède à la constitution de son bureau pour 1897. M. **A. Chatin**, vice-président pour 1896, devient président pour 1897. M. **Wolf** est élu vice-président pour 1897.

1° Sciences mathématiques. — MM. **Rambaud** et **F. Sy** présentent leurs observations de la nouvelle comète Perrine (8 décembre 1896) faites à l'Observatoire d'Alger (équatorial coudé de $0^m,318$). — M. **E. Vicaire** expose la méthode qui lui a servi à mesurer la consommation d'eau d'une locomotive nécessaire pour remorquer un train donné sur une ligne connue.

2° Sciences physiques. — M. **R. Dongier** montre qu'une même compression, dirigée suivant deux directions indépendantes, normales à l'axe ternaire du quartz, altère d'une manière différente la surface d'onde. Donc, si l'on exerce simultanément la même pression sur les deux groupes de faces opposées du quartz, le corps acquiert une biréfringence qui peut être calculée facilement. — M. **A. Ditte** a étudié l'action exercée sur les solutions saturées de sels haloïdes alcalins lorsqu'on leur ajoute peu à peu des quantités croissantes d'une solution concentrée d'alcali. La courbe de la précipitation du sel haloïde est régulière pour le bromure de potassium ; pour le bromure de sodium, sel capable de donner un hydrate renfermant deux molécules d'eau, la précipitation se fait en deux temps et la courbe correspondante présente deux branches. — M. **René Metzner** a fait réagir l'ammoniaque sur le bichlorure de tellure ; entre 200 et 250 degrés, ce dernier est décomposé et il se forme du tellure libre, du chlorhydrate d'ammoniaque et de l'azote ; à 0 degré, l'ammoniaque se combine avec le chlorure de tellure pour donner un composé :

$$TeCl^4,\ 3\,AzH^3;$$

à basse température et si l'on opère avec de l'ammoniaque liquéfié, on obtient un azoture de tellure Az Te, friable, détonnant par le choc et la chaleur. — M. **H. Pélabon** a constaté que le soufre liquide, chauffé à 440 degrés en présence d'acide sulfhydrique, absorbe une notable quantité de ce gaz qu'il laisse dégager en se solidifiant ; la quantité de gaz absorbé s'élève avec la température. — M. **Ch. Gassmann** a obtenu la vanilline à partir de l'acide vanilloylcarbonique en chauffant ce dernier avec de l'aniline et en décomposant la vanilline-aniline formée par ébullition avec l'acide sulfurique étendu. — M. **Ch. Gassmann** a transformé l'eugénol en isoeugénol en le chauffant avec des alcoolates à point d'ébullition élevé ; il y a addition d'une molécule d'alcool en β, puis à chaud cette molécule s'élimine avec un atome d'hydrogène se trouvant en γ. — M. **H. L. Lechappe** adresse une

note relative à un appareil générateur et distributeur du gaz acétylène.

3° Sciences naturelles. — MM. **A. Chauveau** et **J. Tissot** formulent les conclusions suivantes : Les relations les plus étroites existent entre la force élastique créée dans le muscle par l'état de contraction statique et la dépense énergétique qu'entraîne cette création. Que la dépense soit appréciée par l'échauffement musculaire, l'un de ses modes d'expression, ou par les échanges respiratoires, qui en sont un autre, elle est, comme la force élastique dérivant de cette dépense, fonction du produit de la charge soutenue par le degré de raccourcissement du muscle sustenseur. Ce parallélisme exact entre les échanges respiratoires, le travail intérieur (physiologique) qu'exécute le moteur et son échauffement final constitue une nouvelle preuve démontrant que l'énergie créatrice de l'activité physiologique du système musculaire prend sa source dans les processus finaux d'oxydation dont les tissus contractiles sont le siège permanent. — MM. **A Charrin** et **de Nittis** montrent que les lésions du système nerveux qui, en général, favorisent l'infection, s'opposent aussi à la plénitude de la défense de l'organisme secouru par les sérums. — MM. **A. Binet** et **N. Vaschide** ont constaté que beaucoup de processus psychiques provoquent une forte augmentation de la pression sanguine chez l'homme; mais les expériences n'ayant pas duré plus de quatre minutes, il se peut qu'après un temps assez long il se produise, au contraire, une diminution de pression. — M. **L. Bordas** communique ses recherches sur les tubes de Malpighi dans les différentes familles d'Orthoptères. — MM. **Maurice Caullery** et **Félix Mesnil** ont examiné un grand nombre d'espèces de *Spirorbis* et ont remarqué que ces Annélides sont devenus entièrement asymétriques par suite de leur habitat à l'intérieur d'un tube spiral; ils déduisent des caractères d'asymétrie une nouvelle classification du groupe. — M. **E. Perrier** fait remarquer l'importance des observations de MM. Caullery et Mesnil au point de vue de la détermination précise de la parenté des Mollusques et des Vers. — M. **Balland** envoie une note sur les caractères des principaux blés consommés en France (blés du pays et blés d'importation). — M. **A. de Lapparent** retrace les grandes phases de l'histoire géologique des Vosges. — M. **Stanislas Meunier**, au sujet de la note de M. N. de Mercey sur l'époque de l'enrichissement du sable phosphaté, pense que l'auteur a méconnu le phénomène naturel de la dénudation souterraine, conséquence de la dénudation superficielle.

Louis Brunet.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 5 Décembre 1896

M. **Hallion** montre qu'après l'injection de sérum artificiel au chlorure de sodium il se produit une diurèse abondante; toutefois, l'élimination est constituée presque entièrement par du chlorure de sodium qui s'est substitué aux éléments ordinaires de l'urine. — MM. **Paul Claisse** et **Otto Josué** ont recherché si, dans l'anthracose ou d'autres pneumokonioses, il se produisait des modifications du sang semblables à celles qui ont lieu dans la cyanose ou dans d'autres cas de diminution du champ respiratoire. Leurs expériences, faites sur des cobayes, ont donné des résultats à peu près négatifs : la présence de poussières inertes dans le poumon semble peu nuisible aux échanges respiratoires. — M. **Mayet** (de Lyon) rappelle qu'il a déjà étudié antérieurement les injections de sérum artificiel; il a montré que la solution de chlorure de sodium n'a aucune influence nuisible sur les hématies; l'addition de sulfate de soude est inutile et peut être nuisible aux globules. — MM. **Thiercelin** et **Lenoble** ont constaté le phénomène de l'agglutination chez une jeune fille au cours d'une convalescence de la fièvre typhoïde; quelques jours après, une rechute se produisait. L'agglutination est donc bien un signe d'infection et non un signe d'immunisation. — M. **Guyon** a constaté que, outre son action suspensive des mouvements péristaltiques de l'intestin, le grand splanchnique provoque le relâchement des fibres longitudinales et la contraction des fibres circulaires. — M. **J. Nicolas** (de Lyon) a constaté que l'addition de sérum antidiphtérique à des cultures de bacille de Löffler produit la réaction agglutinante en même temps qu'une atténuation très marquée de la virulence des microbes. — M. **Moty** communique ses recherches sur l'anatomie pathologique de l'hypertrophie prostatique; dans 63 % des cas, il y a hypertrophie du tissu glandulaire; il est donc difficile d'admettre que l'artériosclérose soit la cause principale de l'hypertrophie de la prostate. — M. **Léon Courtillier** étudie l'origine du pied bot congénital; il est probable qu'il s'agit d'une affection aiguë ou chronique chez les générateurs ou survenant dans le cours de la grossesse et déterminant, par l'action de toxines, une altération des cellules nerveuses chez un fœtus prédisposé. — MM. **Quénu** et **Longuet** présentent un appareil destiné à faire respirer un chien dans l'air comprimé, de manière à remédier à l'aplatissement du poumon dans les opérations sur la cage thoracique. — M. **Contejean** présente un chien ayant subi l'ablation des deux cristallins et ayant recouvré la vue et l'accommodation.

M. **Chabrié** est élu membre de la Société.

Séance du 12 Décembre 1896

M. **Giard** prononce l'éloge du Dr **Straus**. — MM. **Roger** et **Josué** ont étudié l'origine de l'augmentation des leucocytes dans la suppuration; ils ont trouvé une prolifération extrêmement active des trois ordres de cellules de la moelle; celle-ci joue donc un rôle important dans la lutte de l'organisme contre l'infection. — M. **A.-M. Bloch** a étudié la marche des boiteux par les empreintes des pas qu'ils laissent dans le sable; ce procédé pourra être employé pour diagnostiquer les différents genres de claudication. — M. **Féré** rapporte l'observation d'un épileptique avec aura olfactif. — M. **Boix** a étudié la toxicité urinaire chez la femme enceinte; la suractivité du foie liée à la grossesse provoque une diminution de la toxicité; si le foie est malade, la toxicité est supérieure à la normale; si le foie et le rein sont en même temps altérés, la toxicité devient très forte et l'éclampsie se produit. — M. **Gley** a constaté que l'extirpation complète des intestins n'empêche pas l'action anticoagulante de la peptone, qui est due complètement au foie. — M. **Contejean** soutient, au contraire, que les intestins participent à ce phénomène et que l'ablation du foie n'empêche pas non plus l'action de la peptone. — M. **Beauregard** montre que le courant électrique inverse, produit dans le nerf acoustique par l'excitation du tympan, varie avec la hauteur de son produit. — MM. **Quénu** et **Landelle** déposent une note sur l'évolution pathologique du mucus dans le cancer du rectum. — M. **Contejean** démontre que la contraction cardiaque est de nature tétanique.

Séance du 19 Décembre 1896

MM. **Mairet** et **Virès** ont étudié les effets de l'injection intra-veineuse d'extrait aqueux de foie chez le lapin; celui-ci meurt à la suite de coagulation du sang. En chauffant l'extrait de foie, les auteurs l'ont séparé en deux parties : un précipité, jouissant des propriétés coagulantes, et détruit à 100°; un filtratum, doué de propriétés toxiques, et qui tue également le lapin sans coagulation du sang. — M. **Mariani** a pratiqué des inhalations d'oxygène chez différents malades. Il a remarqué une augmentation de l'excrétion d'urée et une diminution de la toxicité urinaire; en outre, l'alcalinité du sang augmente; l'inhalation d'oxygène doit être recommandée dans le cas d'irrégularité des échanges. — MM. **A. Gilbert** et **P. Carnot** ont constaté que l'opothérapie hépatique offre une action mar-

quée sur la glycosurie alimentaire; les faits observés peuvent s'expliquer par une action excitatrice exercée sur la fonction glycogénique du foie par les sucs organiques employés. — MM. **A. Gilbert** et **A. Grenet** signalent un cas de cirrhose hypertrophique alcoolique pigmentaire. — MM. **Gilbert** et **Fournier** ont observé, dans plusieurs cas de psittacose, un bacille semblable à celui décrit par M. Nocard. D'autre part, ils ont trouvé dans l'intestin de perruches et de perroquets normaux plusieurs variétés paracolibacillaires. Ces deux variétés de bacilles peuvent n'avoir aucune communauté; mais ils peuvent aussi dériver d'une même souche et le bacille moffensif de l'intestin peut devenir infectieux sous certaines influences; d'autres recherches sont nécessaires. — M. **Arloing** a injecté à des chiens des doses de sucur représentant 1 % du poids de l'animal; ils sont toujours morts dans des temps variant de 24 heures à 3 jours. — M. **Widal** rappelle que la réaction agglutinante du sérum est une réaction d'infection, qui ne disparaît qu'à complète guérison; elle permet de se rendre compte à tout instant du degré d'infection de l'organisme. — M. **Broca** expose ses recherches sur les variations de la contractilité musculaire chez le chien. — M. **Régaud** a constaté la multiplication des vaisseaux sanguins et la disparition des vaisseaux lymphatiques au pourtour des tumeurs malignes. — M. **Choquet** présente un nouveau microtome à paraffine pour coupes histologiques.

Séance du 26 Décembre 1896.

MM. **Enriquez** et **Hallion** ont pratiqué l'injection de toxine diphthérique par voie intra-veineuse et par voie sous-cutanée chez des lapins qui avaient reçu auparavant des injections d'eau salée; dans les deux cas, l'intoxication a été aggravée et la mort est survenue plus tôt. Pour les alcaloïdes, au contraire, on sait que les effets de l'injection sous-cutanée sont atténués par le lavage du sang. Ce point est donc intéressant à signaler, parce qu'il montre la différence du mécanisme de l'intoxication par les alcaloïdes et les poisons bactériens. — M. **Contejean**, après avoir pratiqué aussi rapidement que possible l'ablation du foie après injection intra-veineuse de peptone, a cependant recueilli du sang rendu incoagulable. Le foie ne joue donc qu'un rôle limité dans la production de substance anticoagulante. — M. **Ramond** a observé une malade opérée pour angiocholécystite à bacille d'Eberth, consécutive à une fièvre typhoïde; les accidents ont duré pendant six ans, depuis la maladie originelle jusqu'à l'intervention chirurgicale. — M. **Dastre** a constaté que la laccase agit sur la bile du chien pour transformer la bilirubine en biliverdine; cette transformation, qui se produit normalement dans l'organisme, est sans doute due à un ferment oxydant analogue à la laccase. — M. **Valenza** a étudié le rôle joué par les leucocytes et les noyaux de la névroglie dans la résorption des cellules nerveuses dégénérées. — M. **Phisalix** a reconnu que le sérum d'anguille possède des propriétés vaccinantes contre le venin de vipère. — M. **Railliet** critique de récentes observations de l'ankylostome de l'homme chez le cheval. — M. **A. Branca** décrit les lésions qu'il a observées à l'autopsie d'un homme atteint de neurofibromatose.

La Société procède à l'élection de son bureau pour 1897. M. **Bouchard** est élu président pour cinq ans. MM. **Dupuy** et **Gley** sont élus vice-présidents; M. **Dumontpallier**, secrétaire général; MM. **Capitan**, **Bouvier**, **Trouessart**, **Chabrié**, secrétaires annuels; M. **Beauregard**, trésorier; M. **Retterer**, archiviste.

Séance du 9 Janvier 1897.

MM. **Roger** et **Josué** ont continué l'étude de l'action des toxines et des sérums antitoxiques sur la moelle osseuse; il y a, dans les deux cas, prolifération cellulaire, mais l'aspect histologique est différent. — MM. **Widal** et **Sicard** ont constaté que le sang d'un typhique desséché conserve pendant longtemps ses propriétés agglutinantes; cette propriété a une grande importance au point de vue de l'hygiène publique et de la médecine légale. — M. **Bordas** indique le mode de préparation d'un lacto-sérum, se composant de lactose, d'albumine d'œuf pulvérisée, de chlorure de sodium et d'eau; il peut servir à différencier le bacille d'Eberth du bacterium coli, ce dernier le coagulant, à l'inverse du premier. — M. **P. Mermet** établit le rôle protecteur de l'épithélium cornéen dans l'exosmose oculaire. — M. **E. Maurel** a reconnu que les solutions à 3,5 et à 7 ‰ de chlorure de sodium n'altèrent pas les éléments figurés du sang de lapin si elles sont injectées en petite quantité. — M. **Rousseau** montre que les accidents consécutifs à une thyroïdectomie ne se produisent, le plus souvent, que si l'on a enlevé, en même temps que la glande, les glandules parathyroïdes; ces corps joueraient un plus grand rôle que la glande. — M. **Gley** appuie cette manière de voir. — M. **Guillemonat** a trouvé que, pendant la vie intrautérine, filles et garçons ont la même quantité de fer. Plus tard, l'homme en a plus que la femme. — M. **Thomas** a fait l'autopsie du cobaye épileptique présenté par M. Charrin; sur toute la hauteur de la moelle, il présentait des lésions cellulaires. — M. **Marage** présente un nouveau cornet acoustique servant en même temps de masseur du tympan. — M. **E. Thierry** montre que le chien offre une grande résistance, même aux plus forts traumatismes; il pense qu'il ne faut pas conclure, d'expériences faites sur cet animal, que l'homme résisterait à des traumatismes analogues, en particulier dans le cas d'ouverture de la cavité thoracique et de mise à nu du poumon. — M. **Brunet** (de Bordeaux) a administré de l'extrait glycérino-aqueux de poumon de mouton à des malades atteints de tuberculose ou de bronchite chronique; tous les malades s'en sont bien trouvés; il y a eu diminution de l'expectoration. — M. **J. Brault** a pratiqué la laparotomie chez deux cachectiques palustres atteints de sclérose polyviscérale avec ascite énorme. — M. **A. Thomas** décrit les lésions du faisceau cérébelleux descendant qu'il a pu observer chez des chiens et des chats ayant subi l'extirpation du cervelet à différents degrés.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 11 Décembre 1896.

M. **Simon** propose d'appliquer aux isomères des sucres α et γ de Tanret la formule oxydique de Tollens :

$$CH^2OH - CHOH - CH - CHOH - CHOH - CHOH$$
$$\underbrace{\qquad\qquad\qquad\qquad}_{O}$$

Cette formule introduisant un nouveau carbone asymétrique, permet de comprendre l'existence de deux isomères. A la modification β correspondrait la formule aldéhydique :

$$CH^2OH - (CHOH)^4 - CHO.$$

Cette manière de représenter les isomères des sucres a déjà été présentée par divers auteurs; M. Simon a modifié l'attribution de ces formules aux différents termes et discuté les raisons qui militent en faveur de sa manière de voir. — On admettait sans preuves suffisantes l'existence de deux tétrachlorures d'étain $Sn\,Cl^4$; M. **Engel** a repris l'étude de ces tétrachlorures et démontré que le composé β était en réalité du chlorure de métastannyle :

$$Sn\,O\,Cl^2H^2O.$$

Il a démontré que ce composé s'obtient très facilement par dissolution de l'acide métastannique dans l'acide chlorhydrique. Il a donné les caractères analytiques de ce corps et explique les anomalies que présente la recherche de l'étain par les procédés classiques. — M. **Urbain** a préparé l'acétylacétonate d'uranyle et les acétylacétonates des métaux de la série du didyme. Ces dérivés métalliques étant très peu solubles dans les dis-

solvants ordinaires, les mesures cryoscopiques ne permettent pas de déterminer leur poids moléculaire avec une exactitude suffisante. On ne peut pas en déduire l'atomicité des métaux correspondants. On obtient très facilement l'acétylacétonate de thorium pur, car ses propriétés permettent de le séparer très facilement des dérivés identiques des séries uraniques, didymiques et yttriques. L'auteur espère arriver par fractionnement dans les différents dissolvants à des termes à poids atomiques constants. — M. **Rosenstiehl** a envoyé une note sur le prétendu tétrachlorhydrate de leucaniline de M. Miolati. L'auteur a trouvé à l'analyse 28,3 °/o de chlore, tandis que le calcul indique 32,64 °/o de chlore pour un tel composé; l'écart entre les deux chiffres est trop grand pour qu'on soit en droit de conclure à l'existence d'un tétrachlorhydrate.

Séance du 8 Janvier 1897.

Dans cette séance, la Société a nommé président pour l'année M. **Tauret**, et vice-présidents MM. **Hanriot, André** et **Le Chatelier**. E. CHARON.

SECTION DE NANCY

Séance du 20 Janvier 1897.

En préparant de l'iodure d'aluminium par l'action de l'iode sur Al en poudre très fine dans un courant de CO^2, MM. **Guntz** et **Masson** ont remarqué que l'incandescence produite est due non à la combinaison de Al + I, mais à la combustion de l'aluminium dans CO^2 en présence de AlI^3. Ils ont vérifié, en outre, que la présence du chlorure d'aluminium facilite beaucoup la combustion de l'aluminium en poudre dans CO et CO^2, et que, dans ce cas, la réaction se passant à plus basse température, le carbone, mis en liberté, se combine presque intégralement à l'aluminium pour donner le carbure Al^4C^3 découvert par M. Moissan. Cette réaction pouvant s'écrire :

$$Al^6 + 3\,CO = Al^2O^3 + Al^4C^3,$$

l'action de $AlCl^3$ semble être générale. MM. Guntz et Masson en poursuivent l'étude. — M. **Held** a cherché à substituer au procédé de Cahours et Cloez, pour la préparation du chlorure de cyanogène, un procédé plus pratique et surtout plus économique. Au lieu de saturer de chlore une solution refroidie de cyanure de mercure, opération longue et pénible, il s'est adressé à une solution de cyanure de zinc et de potassium. On dissout 260 grammes (4 mol.) de cyanure de potassium supposé pur dans l'eau; on y ajoute 95 grammes $\left(\frac{1}{3}\text{ de mol.}\right)$ de sulfate de zinc et on complète la dissolution à 8 litres. On sature de chlore à froid : l'absorption se fait très facilement et on interrompt le courant de chlore quand le précipité de cyanure de zinc qui s'est formé à un moment donné s'est presque complètement redissous. La solution ne renferme pas alors d'excès de chlore, elle peut être employée aussitôt préparée et elle renferme 30 grammes par litre de chlorure de cyanogène utilisable. — M. **Minguin**, ayant constaté que tous les succinates de camphols stéréoisomères sont isomorphes, s'est proposé de voir si ce phénomène d'isomorphisme se poursuivait dans d'autres dérivés des bornéols. Il s'est d'abord adressé aux bornylates de bromal et aux bornylates de chloral, et à ce propos, il donne les constantes cristallographiques des bornylates de bromal $\overset{+}{\alpha}$ et $\overline{\alpha}$. Ce sont des cristaux appartenant au système monoclinique. L'angle du prisme est de 81°,24′; l'inclinaison de 6°,15′. On observe des modifications sur les arêtes *h* et *g*, sur les angles *e*, sur les arêtes *d*. Les faces *p* sont très développées. La zone verticale du prisme disparaît souvent presque complètement par suite du développement des faces octaédriques. En somme, les cristaux sont très déformés. — M. **Férée**, ayant eu l'occasion d'analyser l'amalgame de fer solide obtenu par compression à la main à travers la peau de chamois et ayant trouvé une composition différente de celle indiquée par Joule dans les mêmes circonstances, a repris l'étude des amalgames de fer. Par compression à la main, il prépare l'amalgame $FeHg^3$. Celui-ci, soumis successivement à des pressions de 50 kilos, de 100 kilos et de 200 kilos par cm^2 donne naissance aux amalgames FeHg, $Fe^{10}Hg^7$ et Fe^2Hg. Lorsque l'on distille dans le vide, à 250°, ces différents amalgames, on obtient un métal compact d'un aspect noirâtre lentement attaqué par les acides étendus, bien qu'il soit pyrophorique. Il est presque aussi dur que le fer ordinaire, et il prend l'éclat métallique sous le pilon. Au contraire, l'amalgame chauffé au rouge dans un courant d'hydrogène abandonne du fer d'un gris brillant. A. HALLER.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

SCIENCES PHYSIQUES

E. P. Permann, W. Ramsay, F. R. S. et **J. Rose-Innes : Essai de détermination des relations adiabatiques de l'éther ordinaire (oxyde d'éthyle).** — Les deux premiers auteurs ont déterminé la longueur d'onde du son dans l'éther gazeux et liquide, au moyen de la méthode de Kundt, entre des limites de température variant de 100° à 200° C., de pression variant de 4.000 à 31.000 millimètres de mercure et de volume variant entre 2,6 c. c. par gramme et 71 c. c. par gramme. Les résultats ont paru aux auteurs suffisamment exacts et comparables. Leur mémoire donne la description de l'appareil employé, la méthode de pesée de l'éther en expérience, les déterminations de la fréquence de la languette vibrante, enfin les tableaux des résultats obtenus et le calcul de l'élasticité adiabatique. M. Rose-Innes s'est chargé de la discussion mathématique des résultats. Voici le résumé des conclusions théoriques les plus importantes : On sait que, pour l'éther et quelques autres liquides, il existe une relation linéaire de la forme :

$$p = bT - a$$

entre la pression et la température, le volume étant maintenu constant. Les auteurs ont montré qu'une relation analogue relie l'élasticité adiabatique à la température, le volume étant, comme précédemment, maintenu constant, de telle sorte qu'on a, si E est l'élasticité adiabatique :

$$E = gT - h,$$

aux erreurs d'expériences près (*g* et *h* sont des fonctions du volume seul). Entre ces deux équations, on peut éliminer T et exprimer E en fonction linéaire de *p*, le volume étant constant. Dans l'équation obtenue, le coefficient de *p* est $\frac{g}{b}$, et cette fraction, calculée d'après les résultats obtenus, est sensiblement constante. Si on admet cette quantité comme absolument constante (ce qui n'introduit aucune erreur sérieuse dans les limites de volume considérées), on peut intégrer l'équation différentielle qui en résulte, et l'équation primitive permet d'obtenir toute une série de courbes adiabatiques. C'est la première fois que ce résultat est obtenu pour une substance autre que les gaz parfaits.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications récentes.

MM. **E. Divers** F. R. S. et **T. Haga** publient une note sur l'acide amidosulfonique obtenu en partant du nitrite de sodium et précipité de ses solutions au moyen de l'acide sulfurique. Ses différentes propriétés chimiques sont étudiées ainsi que plusieurs de ses sels. La chaleur décompose le sel de baryte suivant l'équation :

$$3Ba(SO^3AzH^2)^2 = 3BaSO^4 + HAz(SO^3AzH^4)^8 + AzH + AzS^3 + Az,$$

M. **J. Sakurai** compare le degré de dissociation de cet acide amidosulfonique en opérant sur des solutions inégalement diluées. Il lui attribue la constitution suivante $SO^2 \begin{cases} AzH^2 \\ OH \end{cases}$ — M. **Oscar Lœw** étudie les propriétés physiologiques de cet acide, dont les sels de calcium et sodium sont nuisibles au développement des plantes phanérogames, mais ne sont pas toxiques pour les animaux vertébrés. — M. **S. Hada** relate les conditions dans lesquelles s'opère la transformation des sels mercureux en sels mercuriques et réciproquement la formation des sels mercuriques en partant des sels mercureux. L'air, la température et le degré de dilution des solutions sont les principaux facteurs de ces changements. — M. **Margaret Dougal** a trouvé que si l'on chauffe une solution d'alun de chrome, il se forme un mélange de sulfate de potasse, d'acide chromylsulfurique et d'acide sulfurique libre suivant l'équation :

$$2[Cr^2(SO^4)^3K^2SO^4]+H^2O=[Cr^4O(SO^4)^4]SO^4+H^2SO^4+2K^2SO^4.$$

M. **H. W. Bolam** a opéré la saponification du dicarboxylglutaconate d'éthyle qui, bouilli avec les alcalis, se décompose en acides malonique et formique et donne un peu d'acide glutaconique. La saponification marche bien avec les acides et ne donne pas de produits de décomposition. — M. **R. M. Deeley** présente quelques observations au sujet de la loi périodique des éléments. — MM. **A. G. Perkin** et **J. J. Hummel** continuent leurs travaux sur les matières colorantes rencontrées dans quelques plantes de la Grande-Bretagne. — MM. **Percy Frankland** et **F. Malcolm Wharton :** Sur les propriétés optiques des dibenzoyl et ditoluyltartrates. Les corps étudiés sont les éthers méthyliques et éthyliques dont les pouvoirs rotatoires négatifs diminuent à mesure que s'élève la température. — MM. **J. E. Marsh** et **J.-H. Gardner** décrivent toute une nouvelle série de dérivés halogénés du camphre tels que le bromure d'α-tribromocamphène, le chlorure d'α-chlorocamphène et dont ils donnent les propriétés optiques. — MM. **Arthur Lapworth** et **Frédéric Stanley Kipping :** Dérivés des acides camphénesulfoniques. — MM. **F. Stanley Kipping** et **W. B. Edwards** font une communication sur la préparation de la diméthylkétonehexaméthylène et relatent leurs expériences relatives à la synthèse de l'acide diméthylhexaméthenylmalonique. — M. **F. D. Chattaway :** Note sur la constitution du corps appelé iodure d'azote. L'auteur discute d'abord les différentes formules attribuées à ce corps : AzI^3, AzI, AzH^3I, $AzHI^2$ et AzH^3AzI^3. Après avoir cité une longue série d'observations et d'expériences, il conclut comme suit : l'ammoniaque et l'iode réagissent l'un sur l'autre en donnant une substance composée d'un atome d'azote et de deux atomes d'iode. Les formules les plus simples que l'on puisse attribuer à ce corps sont $AzHI^2$ ou AzH^4I^2. L'auteur croit pouvoir affirmer que cette dernière s'accorde mieux avec les faits observés. — MM. **C. F. Cross, J. E. Bevan** et **C. Smith** : Recherches sur les hydrocarbures formant la paille d'orge. — MM. **William A. Bone** et **David S. Jordan** ont étudié les conditions dans lesquelles se produit l'union directe du carbone avec l'hydrogène. — MM. **William A. Bone** et **John C. Cain** ont déterminé avec soin les conditions dans lesquelles il se produit une explosion lorsque l'acétylène se trouve mélangé à des quantités variables d'oxygène ; les produits principaux sont de l'hydrogène et quelques faibles quantités de méthane, d'azote et d'acide cyanhydrique. — M. **William Jackson Pope :** Sur les constantes de réfraction de sels cristallisés. — M. **Théodore Rettie :** Composés formés par la réaction de l'iode sur les hydrates métalliques. — MM. **E. Divers** F. R. S. et **T. Haga** décrivent une préparation économique du sulfate d'hydroxylamine, puis ils étudient les produits formés dans les réductions des nitrosulfates ; enfin dans une troisième communication ils rendent compte de leurs recherches sur les imidosulfonates et établissent les formules du sel oxymercureux :

$$O \begin{cases} Hg^2Az(SO^3)^2Hg^2 \\ Hg^2Az(SO^3)^2Hg^2 \end{cases}$$

et du sel oxymercurique :

$$O \begin{cases} HgAz(SO^3)^2Hg^2 \\ HgAz(SO^3)^2Hg^2 \end{cases}$$

MM. **William Henry Perkin junior** fait une longue communication sur les acides sulfocamphyliques ($C^9H^{15}SO^5$) α β dont il décrit les bromures et différentes combinaisons. Il cherche ensuite à établir la constitution des acides camphorique et camphoronique. Suivant cet auteur, l'acide camphorique devrait être représenté par une des deux formules suivantes :

M. le professeur **Letts** et M. **R. F. Blake** font quelques remarques sur la méthode de Pettenkofer pour la détermination de l'acide carbonique dans l'air.

MM. **Arthur Lapworth** et **Frédérick Stanley Kipping** décrivent l'acide sulfocamphorique $SO^3HC^8H^{13}(COOH)^2$ et son anhydride et l'acide chlorocamphorique $C^{10}H^{13}Cl(COOH)^2$. — M. **William Jakson Pope :** Sur un composé de l'acide camphorique et de l'acétone. — M. **P. C. Ray**, par la dissociation du nitrite mercureux, a obtenu une dissolution renfermant les sels mercureux et mercuriques ; ces sels mélangés à une solution diluée d'hyponitrite de sodium fournissent les hyponitrites mercureux et mercuriques. Dans une deuxième communication, le même auteur étudie les conditions dans lesquelles se forment les nitrites de mercure. — L'action du nitrite mercureux sur les iodures alcoolique fait l'objet d'une troisième note. — M. **T. H. Holland :** Cristallographie du nitrite mercureux monohydraté — MM. **C. O' Sullivan** F. R. S., et **A. L. Stern** établissent l'identité chimique des dextrines provenant de différentes sources et font quelques remarques sur l'action réductrice de l'oxyde de cuivre. — M. le professeur **Roberts-Austen** F. R. S., présente quelques observations sur une note de M. W. J. Humphrey, traitant de la diffusion de certains métaux dans le mercure. — M. **W. J. Humphrey** a continué ses recherches sur le sujet précédemment cité et les a étendues à l'aluminium, l'antimoine, le cadmium, le magnésium, le thallium et quelques autres alliages. Il a remarqué que pour des éléments appartenant au même groupe de la table de Mendéleeff la diffusion augmente avec le poids atomique. — M. **Fannie T. Littleton :** Note sur la chaleur de formation de l'amalgame d'argent Ag^2Hg^4. — MM. **Thomas Purdie** F. R. S. et **G. Druce Lander** d'après leurs travaux sur l'action exercée par les iodures alcooliques sur le malate d'argent croient pouvoir conclure que les éthers sels de l'acide malique et sans doute aussi des autres acides hydroxylés ne peuvent être obtenus à l'état pur en partant du sel d'argent. L'action de l'iodure isopropylique fournit de l'isopropoxysuccinate et la haute activité optique trouvée par d'autres malates préparés par cette méthode, prouve la présence de petites quantités d'éthers sels d'acides avec groupements alkyloxy appartenant à une série plus élevée. — M. **Augustus E. Dixon :** Note sur quelques thiocarbimides dérivés des acides gras complexes. Il décrit spécialement les thiocarbimides de l'acide palmitique $C^{15}H^{31}COCAzS$ et de l'acide stéarique.

Séance du 3 Décembre 1896.

M. **Arthur G. Green** étudie la constitution et la nature des corps colorants. Il les divise en deux

groupes. Le premier comprend les leucodérivés qui ne s'oxydent que difficilement à l'air; le deuxième renferme les colorants qui sont très facilement oxydés par exposition à l'air. Au premier, se rattachent les corps de la série du triphénylméthane, des phtaléines, indophénols, indamines. Au second, la classe des indigos, azines, oxazines, thiazines, acridines, quinoline, oxyanthraquinone. Il est à remarquer que les premiers de ces corps sont substitués en position para et les seconds en ortho seulement ou en deux positions. — M. **F. Stanley Kipping** décrit toute une série de dérivés de l'α-hydrindone, et spécialement le benzoylaminohydrindène :

$$C^6H^4AzHCOPh,$$

le benzylidèneaminohydrindène $C^6H^4Az : CHPh$, l'oxalate d'aminohydrindène et l'hydrindone semicarbazide :

$$C^9H^8 : Az.CO.AzHAzH^2.$$

M. **Henry-E. Armstrong** présente quelques observations sur la nitration et s'étend spécialement sur celle du β-naphtol. — MM. **Henry-E. Armstrong** et **W.-A. Davis** ont pu préparer le troisième bromo-β-naphtol, corps inconnu jusque-là, en partant du 1 : 3 : dibromo-β-naphtol auquel ils enlèvent un atome de brome en faisant digérer le composé dibromé avec l'acide iodhydrique, mais sans dépasser 65°. Ils indiquent également les propriétés de ce corps. — M. **W.-A. Davis** a pu se rendre compte que la difficulté de nitration du β-naphtol ne se poursuit pas dans la série de ses différents composés, qui n'ont pas de tendance à donner des dérivés kétoniques. Toutefois, les nitrométhoxy et nitroéthoxy-naphtalènes ne sont pas des substances à pouvoir colorant aussi grand que celui de phénols correspondants. L'auteur étudie ensuite plusieurs dérivés du nitro-β-naphtol. — Dans une deuxième communication, M. A. Davis indique les relations morphotropiques et cristallographiques des différents dérivés du β-naphtol. — M. **Clare de Brereton Evans** conclut de ses recherches que, tandis que les acides orthosulfoniques s'obtiennent facilement en partant des dérivés de l'aniline, les acides méta ne se forment que si l'on part de la diméthyl ou diéthylaniline. Il y a une très grande difficulté à placer le radical sulfoné dans la position ortho relativement au groupe AzR^2. — M. **John Ball** : Influences qui peuvent faire varier les solutions de zinc dans les acides dilués et étude spéciale de l'action exercée par les sels métalliques en solution. — M. **E. Sonstadt** décrit en détail les expériences dans lesquelles il a étudié l'oxydation du sulfate ferreux par l'eau de mer; cette oxydation serait vraisemblablement produite par l'action des iodates sur le sulfate ferreux. — Dans une deuxième communication, le même auteur expose ses recherches qui lui ont permis de découvrir et d'isoler de l'or de l'eau de mer en traitant celle-ci avec de petites quantités de mercure.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 17 Décembre 1896.

1° Sciences physiques. — M. **F. Emich** s'est proposé de déterminer la longueur des plus courtes étincelles capables, dans diverses circonstances, d'enflammer des mélanges de gaz explosifs. Les électrodes entre lesquelles jaillit l'étincelle sont construites de telle sorte que leur distance au moment de l'explosion est égale à l'épaisseur de la couche gazeuse dans laquelle l'explosion peut se propager. Pour le gaz tonnant pur (oxygène et hydrogène), l'épaisseur de la couche, dans les conditions normales, est de $0^{mm},22$. Cette épaisseur est inversement proportionnelle à la pression; elle augmente avec la température. Si l'on ajoute au gaz tonnant de l'oxygène, la longueur de l'étincelle est minimum pour des volumes égaux d'hydrogène et d'oxygène. — M. **A. Lampa** a étudié l'indice de réfraction de quelques substances pour des ondes électriques très courtes. Il a trouvé pour l'eau :

$\lambda = 8^{mm}$	$\lambda = 6^{mm}$	$\lambda = 4^{mm}$
$n = 8,972$	$n = 9,405$	$n = 9,499$

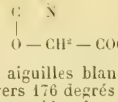
M. **E. Murmann** a fait l'étude comparative des différentes méthodes d'analyse quantitative du cuivre industriel. Il conclut que toutes les méthodes actuelles donnent une teneur en cuivre trop élevée et une teneur en antimoine et en arsenic trop faible.

2° Sciences naturelles. — M. **F. J. Cotton** : Contribution à l'étude de la question de l'élimination des Bactéries par les corps animaux.

Séance du 7 Janvier 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Boltzmann** envoie une note sur un théorème de mécanique dû à M. Poincaré. — M. **C. H. Wind** indique une nouvelle méthode de démonstration, simple et rigoureuse, du théorème qui correspond à celui de Liouville dans la théorie cinétique des gaz.

2° Sciences physiques. — M. **W. Schlemuller** envoie une note sur une formule empirique donnant la relation qui existe entre la pression et la température des vapeurs saturées. — M. **W. Hillmayr** a déterminé le point de congélation de l'acide sulfurique dilué dans le but d'expliquer la différence qui existe entre les anciennes mesures de Pfaundler et Schnegg et les nouvelles de Raoul Pictet. Les mesures des deux premiers auteurs sont confirmées et les anomalies signalées par Raoul Pictet doivent être rejetées. Les essais faits en vue de déduire des points de congélation de Raoult des données sur le poids moléculaire de l'hydrate dissous ne sont pas justifiés. — M. **O. Nagel**, en faisant réagir l'acide monochloracétique en solution alcoolique sur l'o-oxychinoline sodée, a obtenu l'acide oxychinolineacétique ou chinolineglycolique :



Il cristallise en aiguilles blanches, jaunissant à la lumière, fondant vers 176 degrés centigrades, et forme avec les bases et les acides des combinaisons caractéristiques. — M. **C. Pomeranz** a fait la synthèse de quelques dérivés de l'isochinoline d'après la méthode précédemment décrite pour l'isochinoline même.

3° Sciences naturelles. — MM. **R. Heller, W. Mager** et **H. von Schrotter** présentent leurs observations sur les modifications physiologiques de la voix et de l'audition par le changement de la pression de l'air. — M. **A. Kerner von Marilaun** rend compte de l'expédition organisée en 1896 dans l'Afrique anglaise et allemande et décrit les collections botaniques rapportées par M. **A. Pospischil** et le prince **Henri de Liechtenstein**.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Elections à l'Académie des Sciences de Paris. — Dans sa séance du 18 janvier dernier, l'Académie des Sciences a élu notre éminent collaborateur M. Henri Filhol dans sa Section d'Anatomie et de Zoologie en remplacement de Sappey.

L'Académie a voulu récompenser, par ce suprême honneur, toute une série de découvertes commencées il y a plus de trente ans par l'auteur et poursuivies par lui d'une façon ininterrompue. L'œuvre de M. Filhol embrasse le domaine entier de la Paléontologie des Vertébrés. La *Revue* a eu souvent l'occasion de signaler l'importance de cette longue série de fructueuses recherches qui, avec celles de M. Gaudry, de Marsch et de Cope, constituent, à l'heure actuelle, le fondement le plus solide de nos connaissances relatives aux Vertébrés des anciens âges. Elle se réjouit, avec tous les paléontologistes, de la haute distinction qui vient d'être décernée à l'auteur.

Lundi dernier, 8 Février, l'Académie avait à élire dans sa Section de Mécanique un membre en remplacement de Résal, récemment décédé [1]. Les candidats en présence étaient : 1° M. *Bazin*, présenté en première ligne par la Section; 2° M. le Général *Sébert*, présenté en seconde ligne; 3° MM. *Kœnigs*, *Lecornu*, *Félix Lucas*, *Vicaire* et *Vieille*, présentés en troisième ligne.

Le nombre des votants étant 58, au premier tour de scrutin, M. Sébert a obtenu 22 suffrages ; M. Bazin, 19 ; M. Vieille, 15 ; M. Lucas, 1. — Au deuxième tour, M. Sébert en a obtenu 29 ; M. Bazin, 16 ; et M. Vieille, 13. — Au troisième tour, 30 voix se sont portées sur M. Sébert, 26 sur M. Bazin. En conséquence, M. Sébert a été déclaré élu.

Le Général Sébert est, comme on sait, l'auteur d'études remarquables sur la balistique ; les méthodes d'analyse qu'il a créées pour mener à bien ces études, comptent parmi les plus délicates, les plus ingénieuses et les plus fécondes de la Mécanique expérimentale.

La médaille d'or de la Société Industrielle du Nord de la France. — Nous avons le plaisir d'annoncer à nos lecteurs que la Société Industrielle du Nord de la France, en raison des services particuliers rendus à l'Industrie par les découvertes scientifiques de M. Moissan, vient de décerner à l'éminent chimiste la plus haute récompense dont elle dispose : sa médaille d'or grand module.

Elections à la Société Royale de Londres. — On sait que la *Royal Society* élit ses membres sans qu'il y ait eu présentation ni candidature préalables. Parfois même, les nouveaux élus apprennent leur nomination sans avoir été informés du désir de la Société de se les adjoindre. C'est ce qui vient d'arriver à quatre savants illustres, étrangers à la nationalité britannique. La Société Royale, fidèle à son inaltérable libéralisme scientifique, a, en effet, tout récemment appelé dans son sein :

1° M. *Gabriel Lippmann*, membre de l'Académie des Sciences, dont nos lecteurs connaissent non seulement les belles recherches qu'il a exposées ici même [1], mais aussi tous les autres travaux ;

2° M. *Albert Heim*, professeur à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich, et l'un des plus brillants représentants de la Géologie actuelle ;

3° M. *Mittag-Lœffler*, l'illustre mathématicien d'Upsal;

4° Le grand astronome *Giovani Schiaparelli*, de Milan, à qui l'on doit la découverte sensationnelle de la véritable rotation de Mercure, d'admirables travaux sur les étoiles filantes, les canaux de Mars, la planète Vénus, etc., etc.

Elections à l'Académie des Sciences de Berlin. — Lord Rayleigh et notre illustre collabora-

[1] Sur l'éminent mécanicien, voir la Notice nécrologique que M. C. Cailler lui a consacrée dans la *Revue* du 15 Novembre 1896.

[1] Voyez : G. Lippmann : La Photographie des couleurs; son principe ; ses progrès les plus récents, dans la *Revue générale des Sciences* du 30 janvier 1892.

teur le Professeur William Ramsay, membres de la Société Royale de Londres et Correspondants de l'Académie des Sciences de Paris, viennent d'être élus membres Correspondants de l'Académie des Sciences de Berlin. Cette haute distinction a voulu surtout récompenser la belle découverte de l'Argon, si extraordinaire, si imprévue, qu'au moment où les auteurs en firent part discrètement à leurs amis, avant de la publier, la plupart n'osèrent y croire. Et même, lorsque la *Revue générale des Sciences*, instruite de leurs expériences et suivant leurs indications, en révéla la méthode et le résultat [1], les autres journaux scientifiques jugèrent prudent d'attendre quelque temps avant de se risquer à en parler.

§ 2. — Arts chimiques

La Science dans l'industrie des Parfums en Allemagne. — Notre éminent collaborateur, M. A. Haller, directeur de l'Institut Chimique de Nancy, entreprend de publier, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, la revision méthodique des progrès récemment réalisés dans l'industrie des essences et des parfums. Il se propose de tenir chaque année les lecteurs du *Bulletin* au courant des nouveautés relatives à cette branche importante de l'activité française.

Son premier article sur ce sujet vient de paraître [2]. Il nous apporte, sur l'extraction et la préparation des matières premières destinées à la confection des parfums, d'intéressantes indications; mais surtout il nous renseigne de la façon la plus précieuse sur la concurrence que l'Allemagne, mieux dotée sous le rapport du personnel scientifique et de l'organisation économique, fait à la fabrication française. Nous croyons utile d'appeler tout particulièrement sur ce point l'attention des hommes de science et des industriels.

M. Haller fait d'abord remarquer l'orientation nouvelle qu'imprime à l'industrie des parfums le progrès récent de la Chimie organique. Jusqu'à ces dernières années, cette industrie procédait uniquement par extraction : la Provence et l'Algérie, très privilégiées quant à la production des plantes à essences, fournissaient aux usines françaises une matière première sans rivale. Mais voici que les chimistes, dans leurs laboratoires, opèrent la synthèse de la vanilline, de la néroline, etc., et se mettent à fabriquer de toutes pièces et à bon compte des essences identiques à celles qu'emploie la parfumerie.

Sans doute, la plupart de ces produits de synthèse ne sauraient encore remplacer les parfums tirés des plantes, pour cette raison qu'en général un parfum doit ses qualités odoriférantes non seulement au principe qui y domine, mais aussi aux espèces chimiques, parfois nombreuses, qui lui font cortège. Le parfum, élaboré par le végétal, est le plus souvent un ensemble très complexe, qu'il serait très difficile, peut-être impossible, en tout cas très coûteux, de produire par les seules ressources de la Chimie. Il n'en est pas moins vrai, cependant, que celle-ci introduit à l'heure actuelle sur le marché des substances odoriférantes que les parfumeurs utilisent en mélange pour composer les produits de consommation.

Il y a là une évolution commençante, que l'on peut comparer, quant au procédé, à celle que nous avons vue se produire dans la fabrication des matières colorantes.

La part que l'Allemagne prend à cette évolution doit inquiéter nos industriels. Tandis que, chez nous, les fabricants font rarement appel aux savants, et que ceux-ci demeurent le plus souvent étrangers aux procédés mis en œuvre dans les usines, les industriels allemands confient à des chimistes la direction des opérations les plus délicates de leur art, et entretiennent avec les laboratoires des Universités de continuelles relations. Ils assurent ainsi : d'abord l'application correcte, puis le progrès des méthodes de fabrication. M. Haller écrit à ce propos :

« En Allemagne, la plupart des progrès réalisés dans l'industrie des parfums, ont été effectués soit dans les laboratoires des Universités, soit dans ceux des usines. Il n'y a, en effet, pas une distillerie d'essences, pas une fabrique de parfums, comme il n'y a pas une fabrique de produits chimiques quelconques, qui n'aient plusieurs chimistes. Et, dans la plupart de ces usines, ces chimistes sont de vrais savants, rompus à toutes nos méthodes de recherches, et dont le rôle consiste à isoler les principes qui donnent de la valeur à un parfum, à en déterminer la constitution et à en tenter la synthèse.

« La maison Haarmann et Reimer, dont une partie des brevets sont pris de concert avec la Société de Laire et Cie à Paris, n'a pas moins de cinq chimistes, sans compter les chimistes-conseils, au nombre desquels se trouve le savant le plus autorisé en matière de parfum, M. Tiemann, professeur à l'Université de Berlin.

« La maison Schimmel et Cie, de Leipzig, qui, en fait d'essences, est une des maisons les plus puissantes et des mieux organisées, n'emploie pas moins de neuf chimistes, dont deux dans sa succursale à Garfield près de New-York. Les innovations introduites dans la fabrication et le commerce de ses produits, le rôle qu'elle joue sur le marché international des huiles essentielles ou des matières dont on les extrait, méritent qu'on entre dans quelques détails sur le fonctionnement de cette importante maison.

« Disons tout d'abord que la raison sociale Schimmel et Cie, dont les propriétaires actuels sont MM. Fritsche frères, possède des succursales à Prague et à Miltitz et une autre très prospère à Garfield près de New-York.

« Elle possède dans les environs de Leipzig, à Miltitz, un domaine d'une étendue de 70 hectares, dont 30 sont affectés à la plantation de rosiers et 40 au réséda, à la menthe, l'estragon, l'ivèche, etc. Ce domaine sert à la fois comme champ d'expérience et comme terrain de culture. La maison poursuit, en effet, un triple but : elle cherche tout d'abord à s'affranchir des intermédiaires, en cultivant, puis distillant elle-même toute plante ou partie de plante soit fraîche, soit sèche, de façon à satisfaire aux demandes de sa clientèle; mettant à profit les conditions matériellement favorables où elle se trouve, elle institue, en outre, des essais pour arriver à déterminer expérimentalement à quelle époque de leur développement les différents organes des plantes aromatiques renferment le maximum d'essences ou, pour être plus rigoureux, le maximum de principe aromatique réel qui fixe la valeur de l'huile essentielle; enfin elle s'efforce, dans la mesure où le climat le lui permet, de cultiver d'une façon normale un certain nombre de plantes, parmi lesquelles il s'en trouve qui sont l'objet d'une exploitation à l'étranger et dont elle retire les essences pour pouvoir les comparer à celles fournies par le commerce, et d'autres n'ayant encore été soumises à aucune étude et dont elle extrait l'huile essentielle à seule fin d'en déterminer la composition et de voir si cette huile est susceptible d'une application quelconque.

« Dans ses laboratoires, les essences, d'où qu'elles viennent, sont soumises à un examen rigoureux. On en fixe les constantes physiques, on en étudie la composition, de façon à pouvoir préciser la nature du ou des principes auxquels l'essence doit son arome, et, quand la fonction du corps ainsi isolé le permet, on cherche à trouver un procédé qui permet de le doser; on tend, en un mot, à fixer les conditions qu'on est en droit d'exiger de tout produit sain, loyal et marchand.

« C'est ainsi que cette maison a introduit dans la pratique commerciale des procédés pour le dosage de différentes essences, procédés qui n'ont pas tous été acceptés

[1] La *Revue* a publié la *nouvelle* dans le supplément de sa livraison du 30 Août 1894, puis le détail des procédés dans sa livraison du 30 Décembre 1894.

[2] *Bulletin* de janvier 1897.

sans provoquer des critiques et même de vives protestations.

« Ces critiques ne sont, il est vrai, pas sans fondement, si, pour connaître la valeur marchande d'une essence, on s'en tient uniquement aux dosages préconisés, car, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, une huile essentielle est un mélange complexe et non un composé défini et unique. La plante qui la produit est soumise aux fluctuations de l'atmosphère, qui se répercutent fatalement sur les principes que son organisme élabore. Aussi, nous paraît-il hasardeux de conclure à l'authenticité d'une essence en n'envisageant que sa teneur en un éther ou un alcool par exemple, sans tenir compte des quantités infiniments petites de corps insaisissables par les moyens dont nous disposons.

« Pour être en droit d'émettre un jugement, il faut, comme pour les vins, réunir les données fournies par l'analyse à celles formulées par les personnes qui jugent de la qualité d'une essence par le parfum qu'elle dégage. Ainsi, baser la valeur commerciale d'une essence de lavande uniquement sur sa teneur en acétate de linalyle, et ne pas tenir compte de la finesse, de la suavité de son odeur, c'est s'exposer à de graves erreurs souvent très préjudiciables au producteur[1]. Ne sait-on pas, en effet, que l'essence de lavande anglaise (Mitchom), qui ne renferme que 5 à 10 °/₀ d'acétate de linalyle est supérieure aux essences ordinaires qui en contiennent de 30 à 40 °/₀? Beaucoup d'essences de lavande fines du Midi se trouvent dans le même cas. On peut en dire autant des essences ds bergamote[2].

« Il est juste de reconnaître que les chimistes de la maison Schimmel et Cie repoussent hautement cet exclusivisme qu'on leur attribue et recommandent, dans l'appréciation de la qualité d'une essence, de tenir compte à la fois des résultats fournis par le dosage et de ceux que donne l'essai à l'odorat (Geruchsprobe)[3].

« Outre ces tentatives louables, et qui ne sont pas toutes sans succès, que la maison fait en vue de trouver des méthodes d'appréciation saine de la valeur des produits, elle met ses chimistes, ses laboratoires à la disposition de ses clients pour tout essai concernant les essences, les parfums ou les produits de la parfumerie.

« Comme elle a des correspondants partout où l'on fabrique un parfum quelconque, elle fait faire des enquêtes sur l'origine et la nature des matières premières distillées, sur la façon dont se font les opérations, sur les lieux précis où s'opèrent les falsifications, etc..... Témoins les relations qu'on trouve dans ses bulletins sur la préparation des essences de cannelle de Chine, de menthe du Japon, etc.

« Enfin, dans un bulletin semestriel, elle met, depuis l'année 1878, sa clientèle au courant des efforts qu'elle fait, des produits nouveaux qu'elle introduit sur le marché, des renseignements de tout ordre qu'elle a recueillis, des recherches qu'elle a poursuivies dans ses laboratoires, ainsi que de tous les travaux exécutés dans le monde entier sur les questions qui touchent de près ou de loin à la spécialité à laquelle elle s'est vouée. Ce bulletin mi-commercial, mi-scientifique, se publie, à partir du mois d'octobre dernier, en trois langues : en allemand, en anglais et en français. Il est utile à consulter non seulement pour le commerçant, mais encore pour l'homme de science qui, nous le répétons, y trouve, sous une forme très succincte, tout ce qui a été publié sur la série terpénique, les essences, les parfums, etc... Si nous nous sommes étendu longuement sur l'organisation et le fonctionnement de cette maison, si nous avons cru devoir parcourir tous les bulletins qu'elle adresse gracieusement à ses clients et à tous ceux qui en font la demande, c'est pour montrer comment, avec l'aide de la science et sous son couvert, une industrie peut prospérer et acquérir une certaine autorité au point de pouvoir imposer ses procédés. Sans doute, on trouvera dans cette manière de faire une réclame habile et non déguisée, mais il faut convenir que le commerce loyal et honnête du monde entier en tire son profit et que, par surcroît, la science s'enrichit sans cesse de données nouvelles... »

Il y a, comme on voit, dans cette magistrale étude du savant professeur de Nancy, toute une philosophie dont la portée dépasse de beaucoup l'intérêt, déjà considérable, du sujet traité. Puissent s'en pénétrer tous ceux qui ont à cœur le développement et le bon renom de la Science et de l'Industrie françaises.

Louis Olivier.

[1] Voir à cet égard une réclamation d'un distillateur de Grasse parue dans le *Seifenfabrikant*, 1895, p. 631.

[2] Rapport de la Chambre de commerce de Reggio-Calabre pour l'année 1895.

[3] *Bulletin Schimmel et Cie*, Octobre 1896, p. 35.

§ 3. — Agronomie

Vinification rationnelle par l'emploi des levures pures, après stérilisation des moûts de raisin. — Malgré les nombreuses recherches dont les levures pures ont été l'objet, et malgré les tentatives qu'on a multipliées pour les faire entrer dans la pratique de la vinification, les résultats obtenus jusqu'ici sont peu importants. Il faut, très probablement, attribuer ces échecs à l'action prédominante qu'exercent sur le moût les levures préexistant sur les raisins, et qui prennent le pas sur les levures pures ensemencées. Même dans les conditions les plus favorables, par exemple quand on procède par la méthode des « pieds de cuve », — qui consiste à mettre les levures en activité dans une petite quantité de moût avant de l'ajouter à la masse à levures, — l'amélioration obtenue dans la qualité du vin n'est pas toujours appréciable. Dans certains cas même, on a obtenu de moins bons résultats en employant des levures pures, qu'en laissant le moût fermenter simplement avec ses levures propres, — ce qui peut s'expliquer par un antagonisme dans le développement des deux levures en présence.

Pour que les levures pures agissent d'une manière efficace, il faut les ensemencer dans un milieu stérile. Telles sont les conditions dans lesquelles M. Kühn a entrepris, aux dernières vendanges, une série d'expériences. Voici comment il a procédé : il a préparé, avec des raisins ordinaires de la région du Midi (Aramons Terret-Bouret), du moût de raisin. Une partie de celui-ci, abandonné à la fermentation spontanée, a donné du vin ayant les caractères des vins blancs ordinaires du Midi. Une autre partie de ce moût a été ensemencée avec des levures pures, et l'amélioration obtenue a été peu notable. Enfin une troisième partie du moût a été stérilisée dans le stérilisateur Kühn, puis ensemencée avec les mêmes levures pures. Les nombreux dégustateurs experts auxquels ces vins ont été soumis, ont été unanimes à leur retrouver les caractères des vins dont ils avaient reçu la levure. En particulier, le vin préparé avec la levure de Champagne était absolument métamorphosé et avait nettement le type des vins blancs de la région Champenoise.

On comprend toute l'importance qu'aurait l'application industrielle d'une telle méthode de vinification, si elle était appliquée, par exemple, en Algérie et en Tunisie, où les défauts des vins viennent surtout des imperfections de la fermentation. Les qualités des vins tiennent à des causes nombreuses, dont les deux principales sont la nature des raisins et la qualité des levures. Si les raisins sont sains et ont une composition normale et si la levure est active et de race choisie, on a en présence les deux éléments essentiels d'une bonne vinification. Or, en Algérie et en Tunisie, les raisins sont, la plupart du temps, bien sains : leurs moûts présentent une composition normale. La qualité, souvent défectueuse, des vins obtenus provient — c'est un fait reconnu par les œnologues — des imperfections de la fermentation. Or, la cause la plus importante de ces imperfections est l'élévation anormale de la tem-

pérature ; le raisin, cueilli à l'époque des grandes chaleurs, donne un moût déjà chaud, et dont la température s'élève encore par la transformation du sucre en alcool. La stérilisation des moûts changerait ces conditions : elle permettrait, en emmagasinant le moût inerte dans des caves, d'attendre l'époque où la température serait plus propice à la bonne fermentation.

On pourrait alors voir la vinification devenir une industrie scientifique, comme l'est la brasserie. Le brasseur met en œuvre des matières premières — moûts et levures — dont il connaît parfaitement la composition et les qualités. Il les fait agir dans des conditions de température, de temps, etc., bien délimitées et connues ; il est, en un mot, le maître de sa fabrication. Bien différente est, d'ordinaire, la situation du vinificateur : il ne dirige pas, à sa guise, ses opérations : la nature, la composition, la température de ses moûts varient sans cesse, il ne connaît pas la nature des levures qui déterminent ses fermentations et ne sait même pas s'il y intervient, en même temps que les levures, des organismes étrangers. Et puis, le vinificateur ne peut acquérir l'expérience du brasseur : ce dernier travaille toute l'année, tandis que le premier doit se hâter de profiter du moment favorable pour la vendange, et ses opérations de vinification ne s'étendent pas sur plus d'un mois.

Ces conditions défavorables changeraient si l'on pouvait appliquer la stérilisation préalable des moûts. Il suffirait alors de choisir le moment favorable pour la récolte du raisin, de préparer les moûts, de les stériliser et de les emmagasiner. On les ferait ensuite fermenter à l'époque la plus propice : on pourrait échelonner la vinification et lui donner les soins que ne permet pas le mode de travail actuel. On supprimerait, par l'emploi de cette nouvelle méthode de vinification, les deux causes principales de dépréciation d'une grande partie des vins de l'Algérie et de Tunisie : fermentation à une température trop élevée et races de levures locales défectueuses.

Il serait à désirer qu'une tentative industrielle fût faite, dans cet ordre d'idées, en Algérie ou en Tunisie.

X. Rocques,
Ingénieur-Chimiste,
Ex-Chimiste principal du Laboratoire Municipal.

§ 4. — Sciences médicales

Application thérapeutique des rayons Rœntgen. — Les rayons X appliqués à la médecine, outre le mérite indiscutable de faciliter et préciser certains diagnostics difficiles, auraient-ils des propriétés thérapeutiques ?

Quelques faits semblent prouver que ces rayons peuvent modifier profondément la vitalité des tissus et exercer peut-être une action microbicide. A ce titre, la communication de MM. Rendu et du Castel à la Société médicale des hôpitaux (15 janvier) constitue un document intéressant : il s'agissait d'un garçon de vingt ans atteint d'une affection pulmonaire mal définie : pneumonie infectieuse à poussées successives et compliquée peut-être de tuberculose pulmonaire. Pendant cinquante-six jours consécutifs le malade présenta le tableau clinique d'une fièvre hectique 38° à 39° et 40°, contre laquelle toute médication échoua. Sous l'influence des rayons X, après la quatrième application, « l'apyrexie s'établit accompagnée d'élimination colossale de sueur et d'urine ». A la la dixième séance, sur la région antérieure du thorax, aux points touchés par les rayons, se déclara un érythème qui devint une véritable brûlure avec escarre du derme et qui guérit au bout de trois semaines seulement. Le malade entra rapidement en convalescence, et en deux mois engraissa de près de trente livres. La guérison se maintient aujourd'hui (depuis cinq mois), et l'auscultation révèle une cicatrisation régulière et complète des parties atteintes du poumon.

MM. Rendu et du Castel insistent sur les troubles trophiques des téguments sous l'action des rayons X : il est permis de penser, disent-ils, « que des modifications de même ordre, vraisemblablement aussi profondes peuvent s'accomplir dans l'intimité des tissus ». Il est bien évident que, dans ces conditions, une action doit s'exercer sur la vitalité des microbes, dont la virulence est très vraisemblablement atténuée.

Quelle que soit exactement la lésion du poumon, il est bien certain que les rayons X ont eu une action immédiate et favorable : quant au mécanisme intime de cette action, il reste hypothétique.

Je rappellerai le fait plus ancien (août 1896) de Despeignes, de Lyon : un cancéreux de l'estomac très amélioré quant à ses douleurs par les rayons X. Voigt, de Hambourg, vient de confirmer cette action calmante des rayons invisibles, chez un vieillard de quatre-vingt-trois ans, atteint de cancer de la langue : les séances apportèrent un soulagement considérable : le patient succomba à une pneumonie, mais pendant les huit semaines que dura le traitement (cent séances) les douleurs cessèrent presque complètement.

Il semblerait donc que les rayons X ont un véritable pouvoir analgésique, que l'on pourrait utiliser ou tout au moins tenter d'utiliser dans les affections chroniques douloureuses.

L'action caustique des rayons X, si nette dans l'observation de MM. Rendu et du Castel, a été maintes fois constatée. Voici deux nouveaux exemples d'érythèmes de la peau signalés par le *British Medical Journal* :

Un jeune homme de seize ans, apprenti chez un fabricant d'instruments de chirurgie, entra à *University College Hospital* dans les circonstances suivantes : son patron s'était servi de lui pour obtenir une radiographie de la colonne vertébrale ; le tube de Crookes était placé à cinq pouces de l'épigastre et la peau était protégée par un morceau de flanelle. L'expérience dura une heure. Le jour même on ne remarqua rien, mais, le lendemain, la partie de la peau soumise à l'action des rayons X devint irritable et d'une couleur rouge foncé ; puis la peau devint dure, et enfin elle se couvrit d'une quantité de vésicules. Le contact entre la peau saine et la peau malade était bien tranché. Le médecin ordonna des lotions de lactate de plomb. Les vésicules commencèrent bientôt à crever, puis l'épiderme se sépara, sauf à quelques endroits où les vésicules étaient en très grand nombre et où il resta des excoriations qui ne guérirent que très lentement. Les poils dont la peau était couverte persistèrent en partie, surtout sur la ligne médiane.

Un autre cas curieux s'est passé au Canada : une personne, qui servait de sujet dans des conférences publiques sur les rayons de Rœntgen, ne ressentait aucun effet désagréable lorsque l'exposition aux rayons ne durait pas plus de deux heures par jour. Mais lorsque les expériences durèrent plus de six heures par jour, la main droite se couvrit d'ampoules et les ongles commencèrent à se détacher de la peau. Quand la main droite fut guérie, les expériences recommencèrent avec la main gauche ; les mêmes phénomènes se reproduisirent, mais, en outre, le côté gauche de la face devint rouge et les poils des sourcils et de la moustache tombèrent avec une partie de la peau.

Ces deux cas et d'autres analogues nous montrent que les rayons X peuvent produire des dermatoses semblables à celles qu'occasionnent de fortes insolations ; mais ces effets n'ont généralement lieu que lorsque le tube est placé très près de la peau, et que l'exposition aux rayons est prolongée et fréquemment répétée.

Dr P. Maubrac.

§ 5. — Géographie et Colonisation

La descente du Niger par la Mission Hourst. — Le lieutenant de vaisseau Hourst et ses compagnons sont revenus en France après avoir descendu le Niger depuis Tombouctou jusqu'à la mer. C'est la première fois qu'a lieu une exploration aussi

complète du grand fleuve du Soudan occidental. Ces officiers ont relevé son cours entre Tombouctou et Boussa, ce que personne n'avait fait avant eux. La section limitée par Say et Gomba, jusqu'à présent restée en pointillé sur nos cartes, cesse désormais d'être inconnue.

Ce voyage mérite certainement d'être placé parmi les plus importants qui aient été accomplis en ces dernières années. Il y aura lieu de l'étudier en détail, quand M. Hourst en aura publié le récit. Néanmoins des paroles qu'il a prononcées en plusieurs circonstances se dégagent déjà les résultats suivants :

Le Niger possède, en sa partie moyenne, un bief de 1.700 kilomètres, libre de tout obstacle. C'est une des plus belles surfaces navigables de l'Afrique, et à laquelle sont seulement comparables la section du Nil qui s'étend entre Lado et Berber et celle du Congo limitée par les Stanley-Falls et le Stanley-Pool.

En aval, le Niger est coupé par une suite de rapides sur une longueur de 400 kilomètres. En certains points, « les récifs surgissent du fleuve, semblables à des quilles, qui seraient placées sur le jeu non symétriquement, mais au hasard ».

Dans ces parages, le courant atteint une vitesse vertigineuse. Conclusion : ce magnifique bief du Moyen-Niger, ce « lac commercial » est inaccessible pour des embarcations remontant du golfe de Bénin. C'est par le Sénégal et par le chemin de fer du Soudan français qu'il faut chercher à l'atteindre.

Sous le rapport de la géographie politique, le lieutenant Hourst rapporte qu'Ahmadou, contre lequel nous avons si longtemps combattu, et qu'on croyait anéanti, essaie présentement de reconstituer sa domination aux environs de Say. Il travaille à la fondation d'un Etat analogue à ceux que constituèrent jadis ou que gouvernent actuellement El Hadj Omar ou Samory dans le Soudan occidental, Zobeyr dans le Bahr el Ghasal, ou Rabah sur les bords du Tchad.

La principale ressource d'Ahmadou consisterait dans la vente des esclaves capturés dans les razzias. Si sa tentative réussissait, elle serait aussi funeste pour les peuples africains que pour les nations de l'Europe.

Le Niger a déjà provoqué de nombreuses explorations, dont quelques-unes sont restées mémorables. Il évoque les noms glorieux de l'Ecossais Mungo Park et du Hambourgeois Barth. Mais il est beau pour les Français que la première description de Tombouctou ait été rapportée par René Caillé, et que la première descente complète du Niger ait été accomplie par le lieutenant de vaisseau Hourst. **Henri Dehérain.**

L'acclimatation du Tagasaste en Algérie et en Tunisie. — Le *Tagasaste (Cytisus proliferus varietas)* est originaire des îles Canaries, où il sert couramment à l'alimentation des races locales de vaches et de chevaux. Il est connu du monde savant depuis une trentaine d'années, grâce aux travaux du Dr Pérez; mais malheureusement, il reste encore ignoré des éleveurs et surtout des éleveurs algériens et tunisiens, qui pourraient en tirer un remarquable parti. Notre but serait d'attirer sur cette plante alimentaire l'attention des praticiens.

Variété naturelle du *Cytisus proliferus*, le tagasaste est un petit arbuste aux nombreux rameaux, remarquable par l'étendue de ses racines, qui pompent au loin l'humidité, ne laissent inutilisée aucune goutte d'eau souterraine et lui permettent ainsi de vivre dans les terrains les plus secs. Cette particularité trahit l'adaptation toute particulière du tagasaste au climat des Canaries. En ces îles, en effet, où les pluies, peu abondantes, tombent de novembre à mai, l'été est très sec, et cette circonstance impose des conditions toutes spéciales à la végétation.

Deux principaux avantages distinguent le tagasaste : son grand produit et sa rusticité. Les animaux mangent volontiers ses jeunes pousses, soit fraîches, soit fermentées. Il est vrai que tous ne supportent pas également cette alimentation. Les Ruminants et les Rongeurs tels que les lapins, s'en trouvent parfaitement bien, tandis que les chevaux, les mulets et les ânes qui ont brouté la plante verte sont souvent pris d'étourdissements, de nausées et de suffocations. Mais, si l'on a eu soin de faire fermenter le fourrage, il n'exerce plus aucun effet nuisible sur les Equidés.

M. Cornevin, professeur à l'École vétérinaire de Lyon, a fait sur le tagasaste des expériences très complètes, qui précisent les conditions d'emploi de ce végétal et l'importance qu'il offre comme fourrage. Il a inoculé le poison extrait de la plante en décoction aqueuse concentrée sous la peau de divers animaux, et, d'autre part, a observé les effets consécutifs à l'ingestion des rameaux verts et du fourrage. Il résulte de ses études que :

1° En injection, le poison extrait du tagasaste produit sur tous les animaux des désordres légers ;

2° L'ingestion ne produit cet effet que sur les Equidés. Les Ruminants en sont absolument indemnes ;

3° Après fermentation, le tagasaste, digéré ou injecté, n'exerce plus le moindre effet nocif même sur les Equidés.

M. Cornevin a, en outre, constaté que la vache et le mouton mangent avec plaisir le tagasaste ; la croissance est régulière et il y a même un notable engraissement.

Les qualités nutritives du tagasaste une fois constatées, il était naturel qu'on se préoccupât d'étendre la culture de cet arbuste dans les régions trop sèches pour produire naturellement de bon fourrage. La remarquable analogie de climat, de sol, de conditions physiques entre les Canaries et les côtes méditerranéennes de l'Afrique mineure appelaient en particulier l'attention ; presque toutes les espèces qui prospèrent aux Canaries sont, en effet, des espèces méditerranéennes.

De plus, les qualités propres de la plante la désignaient pour réussir dans ces régions : dans ce sol un peu aride et pierreux, et sous ce climat sans très grands écarts de température, le tagasaste paraissait devoir se comporter comme aux Canaries : la longueur de ses racines lui permettrait notamment de résister à des sécheresses assez prolongées. Ce serait, d'ailleurs, surtout sur une partie des Hauts-Plateaux algériens et tunisiens que l'arbuste réussirait le mieux, puisqu'aux Canaries sa zone de prédilection est à des altitudes de 500 mètres environ.

On doit à M. Madinier et à M. le Dr Sagot d'avoir, en conséquence, pris, il y a quelques années, l'initiative de plantations de tagasaste dans nos possessions de l'Afrique du Nord. Par leurs soins, des graines de l'arbuste furent distribuées à différents colons de la Mitidja et du Sahel. Les essais ont remarquablement réussi en Algérie, en Tunisie, au Maroc, dans l'Italie et l'Espagne méridionales. Plus au nord, les gelées sont un obstacle au développement de la plante ; d'autre part, au sud du 35°, la sécheresse trop complète et trop prolongée des zones subdésertique et désertique tuerait l'arbuste.

Les graines, très dures, pourraient mettre plusieurs années à germer, si on ne hâtait leur germination soit en les incisant avec un couteau, soit en les laissant macérer à 40° pendant plusieurs jours. On coupe les rameaux deux fois par an, en mai et en septembre, on les met fermenter et on les donne aux animaux, mélangés à de la paille hachée, dans la proportion de 9 kilos de paille contre 25 kilos de tagasaste.

Le tagasaste ne produit abondamment que la troisième année, inconvénient léger, si l'on réfléchit qu'il vit quarante à cinquante ans. 200 tagasastes, plantés par le Dr Pérez ont donné comme produit normal 339.000 kilos de rameaux utiles et 88.000 kilos de bois, ce qui correspond à un rendement net de 750 francs à l'hectare, résultat singulièrement beau.

Dans ces conditions, nos colons algériens et tunisiens, si éprouvés par le manque de fourrages, ont tout intérêt à essayer d'une plante que la chaleur et la sécheresse de l'été laissent indemne.

Paul Privat-Deschanel.

ARTILLERIE ET BUDGET

Pour la troisième ou quatrième fois depuis peu d'années, le bruit court que notre artillerie de campagne va voir renouveler son matériel.

Comme toujours, on motive cette résolution sur les armements de l'Allemagne : cette puissance posséderait un nouveau canon, à la construction duquel elle se proposerait de consacrer, les uns disent 200, les autres 250 millions de marks (250 ou 312 millions de francs). Certains assurent même que cette transformation est déjà faite, comme s'il était possible de fabriquer en secret, de transporter clandestinement, et de dissimuler dans les arsenaux quelques milliers de canons et de caissons et des millions de projectiles.

Comme toujours également, cette campagne de presse trouve sa contre-partie chez nos voisins. Ils se disent contraints, bien à regret, aux sacrifices nécessaires pour regagner l'avance que nous avons prise; déjà les députés de l'opposition (Centre et démocrates) ont annoncé dans leurs journaux qu'ils voteront les crédits pour l'artillerie « parce que la France a commencé ».

Sur ces deux affirmations contradictoires, il faut pourtant bien qu'il y en ait une erronée, si même elles ne le sont toutes deux, ce qui est encore possible. Mais il va de soi que le premier des deux Parlements qui sera saisi de la question, votera tous les crédits demandés par le ministre compétent, et que son exemple sera aussitôt suivi dans le pays rival. Total : 500 ou 600 millions, auxquels viendront bientôt s'ajouter des sommes analogues, sacrifiées par les autres puissances; et quelques milliards s'en iront rejoindre ceux que la paix armée a dévorés déjà, et qui auraient pu recevoir tant d'applications fécondes.

Et tout cela, peut-être, parce que le Ministre de la Guerre de France, ou son collègue de Berlin, aura été inexactement renseigné sur les faits et gestes du voisin! Il y a là de quoi faire désirer que les deux pays consacrent plutôt quelques millions à améliorer leurs services d'informations, pourtant si développés déjà. Chacun aurait plutôt intérêt à ouvrir toutes grandes les portes de ses arsenaux, pour épargner à l'autre une erreur destinée à avoir chez lui-même la plus fâcheuse répercussion.

I

Les gens du métier commencent à prendre l'habitude de ces éclosions de « canards », qui sont fréquentes. Les deux dernières dont ils ont gardé le souvenir méritent d'être rappelées, car elles montrent sur quels bruits sans consistance reposent parfois les plus chaudes alarmes.

En 1891, un officier allemand bien connu dans le monde des techniciens, le général Wille, publia une brochure intitulée : *Le canon de campagne de l'avenir*, dans laquelle il exposait ses vues personnelles sur la question. Il n'en fallut pas davantage, étant donnés la personnalité de l'auteur et le titre du livre, pour qu'on crût que le « canon de l'avenir » était tout simplement le « futur canon allemand ».

La moindre réflexion aurait suffi pour faire comprendre précisément le contraire, car on sait que ni les états-majors, ni les généraux isolés ne sont coutumiers de pareilles révélations prématurées, ordinairement qualifiées de trahisons. Mais il n'importe. La presse technique de tous les pays engagea un feu croisé de nouvelles à sensation et de polémiques passionnées. Chez nous, on songea très sérieusement à demander aux Chambres les moyens de renouveler notre artillerie de campagne. Et il est certain qu'à cette époque aucun des modèles à l'étude ne suffisait à justifier un changement : c'eût été une véritable mesure de panique.

Il me sera permis de rappeler que je pris part à ces discussions en soutenant que, le canon Wille supposé construit, il n'était pas prouvé qu'il constituerait une arme préférable à celles qu'on possédait — ma conviction est même tout opposée; et, au surplus, je montrai que l'industrie était encore incapable de réaliser le projet du général Wille. En fait, plus de cinq ans se sont écoulés depuis lors, et je ne crois pas qu'on soit encore parvenu à construire une arme de ce genre. Ce qui est certain, c'est que personne ne changea de matériel. Et, pour ma part, ce me fut une grande satisfaction de penser que j'avais pu contribuer, dans une si faible mesure que ce fût, à épargner au pays une si lourde faute.

En 1894, changement de décor : c'est la France qui « a commencé ». Le *Journal des Débats* avait consacré à la question du canon deux chroniques, d'allure assez mystérieuse. Une autorité de l'artillerie allemande, le général Rohne, en conclut que la France venait d'adopter un nouveau canon de campagne, sur lequel il publia une étude dans l'officieux *Militär-Wochenblatt*. Et non seulement l'auteur me faisait l'honneur tout à fait gratuit de m'attribuer une part assez importante dans le tracé de cette bouche à feu imaginaire, mais les détails qu'il donnait comme étant de moi étaient pris dans un travail où je les avais indiqués *à titre d'exemple de*

ce qu'il conviendrait de ne pas faire! Et la revue allemande précisait : « L'artillerie française entière sera pourvue de cette pièce dans un délai de trois ans; la dépense est évaluée à 380 millions de francs ». L'information, comme on peut penser, fit son chemin. Inutile d'ajouter qu'elle était erronée, aujourd'hui que les trois ans demandés sont écoulés, et que la question demeure ouverte. Il m'en est resté la petite blessure d'amour-propre d'avoir passé pour l'auteur d'un projet que j'avais au contraire qualifié moi-même de mauvais; il était inutile de protester : on aurait cru à une feinte.

On voit par ces souvenirs personnels avec quelle facilité naissent les légendes en matière d'armements; comme tous les sujets entourés d'un certain mystère, celui-là exerce une fâcheuse attraction sur l'imagination des nouvellistes. Et les écarts de cette imagination sont ici particulièrement dangereux.

Le public voue, en effet, une attention passionnée, non au détail technique des questions militaires, qui n'est pas à sa portée, mais du moins à leurs grandes lignes, aux solutions qu'elles reçoivent. Chacun s'y intéresse, comme patriote, comme combattant éventuel, et, il faut bien le dire aussi, comme contribuable.

Ce dernier point n'est pas à négliger. Quand une réforme entraîne une dépense qui ne saurait être renouvelée de longtemps, il est bien permis de se demander si de pareilles sommes, données sans compter, sont au moins employées de manière à *rendre leur maximum d'effet utile.*

Or, les errements que l'on suit aujourd'hui dans tous les pays, quand on procède à une transformation de l'armement, ne satisfont pas à cette exigence si légitime. Et l'on peut ajouter que ces mêmes errements sont la cause principale de la dangereuse nervosité qui se manifeste dans le public, chaque fois que ce difficile problème est soulevé.

II

Actuellement, voici comment se passent les choses :

Dans tous les pays, les ateliers de l'État, de grands établissements privés, enfin une foule d'officiers et d'ingénieurs isolés, travaillent sans relâche à perfectionner les modèles existants. Et, du train dont va la science de nos jours, on peut penser avec quelle rapidité les progrès succèdent les uns aux autres :

Ces travaux peuvent aboutir de deux manières différentes :

Ou bien, il a été imaginé un engin que l'on suppose capable d'assurer à son possesseur une supériorité décisive; et l'on en décide aussitôt la construction, de manière à prévenir les puissances rivales par un véritable coup de théâtre;

Ou bien, on apprend un beau jour que le voisin s'est décidé à franchir le grand pas; on adopte alors, entre les modèles auxquels on travaillait, un de ceux dont les études se trouvent être le plus avancées. Un grand sang-froid est nécessaire ici. Car si l'on s'attache avant tout à faire vite, et que l'on s'impose absolument de choisir le modèle le plus avancé de tous, c'est-à-dire le premier d'entre eux qui ait été mis en expériences, ce ne sera vraisemblablement pas le meilleur.

Dans les deux cas, les inventeurs, race inexorable, continuent leur petit jeu pendant même que l'on fabrique le nouveau matériel, et celui-ci n'est pas plus tôt en service qu'ils ont déjà fait mieux; on n'a pas encore fini, que tout serait à recommencer.

Dans les deux cas également, la fabrication, une fois entreprise, doit être poussée le plus rapidement possible. Mais cela n'est pas chose facile. La seule constitution de l'outillage nécessaire peut coûter des efforts énormes; puis, le personnel fait défaut. On construit donc des machines, grosse perte de temps; pour aller plus vite, on en achète à tout prix, s'il en existe quelque part de convenables; on embauche des milliers d'ouvriers, et l'on construit fébrilement pendant deux ou trois années. Puis, à ce grand coup de feu succède une période de stagnation, pendant laquelle on n'a plus à faire que de la menue besogne courante, des réparations; on se voit donc contraint d'arrêter les machines, qui se détériorent à ne rien faire, et de licencier la plus grande partie d'un personnel de choix, qu'on a eu tant de peine à réunir et à former.

Ce sont là, on en conviendra, des méthodes industrielles bien défectueuses. Il faudrait assurément s'y résigner, étant donnée la grandeur de l'intérêt en jeu, si elles étaient imposées par la nature des choses. Mais on verra que tel n'est pas le cas.

A ces inconvénients économiques s'en ajoute un autre, peut-être plus considérable encore, d'ordre militaire :

La « période de transition », c'est-à-dire les deux ou trois années, au moins, qu'exige la substitution d'un matériel à un autre, est toujours un sujet de graves inquiétudes. On ne peut pas remplacer le même jour, à la même heure, tous les canons, toutes les munitions existant sur le territoire. Forcément, une partie de l'armée se trouvera munie d'un armement perfectionné, tandis que le reste ne possèdera que des engins officiellement déclarés insuffisants; et le fâcheux effet moral de cette inégalité sera d'autant plus sensible qu'on aura plus longtemps hésité à entreprendre la réforme, la différence entre les deux matériels se trouvant accrue

d'autant. D'autre part, on imagine aisément les difficultés supplémentaires que rencontrerait une mobilisation survenant à pareil moment; les ravitaillements sont assez malaisés à organiser en temps normal, quand les équipages de campagne ont une composition bien connue et invariable, pour qu'on puisse s'inquiéter de les voir subordonnés à des besoins qui varieront chaque jour, à mesure qu'avancera la fabrication.

Bref, la période de transition est, à juste titre, considérée comme une crise dangereuse, crise financière, industrielle, morale et tactique.

III

Si encore on était assuré de voir succéder à tant d'agitation quelques années de sécurité! Mais la déplorable fécondité des inventeurs interdit même ces espoirs modestes.

Assurément, en règle générale, les nécessités budgétaires sont là pour enrayer la course aux armements. Nous assistons bien aujourd'hui à ce spectacle, jadis inconnu, d'armes perfectionnées mises au rebut avant même d'avoir reçu le baptême du feu; mais encore, une fois qu'une transformation est achevée, est-on bien obligé de se contenter pendant quelque temps de ce qu'on possède.

A quels regrets n'est-on pas exposé alors! Quand une puissance a réalisé un progrès, l'effort même qu'elle vient de faire la désarme en quelque sorte momentanément en face de ses voisines, qui n'ont pas de peine à faire mieux, ou au moins aussi bien, au bout de fort peu de temps. Celle qui a pris l'initiative de la réforme se trouve ainsi bientôt en fâcheuse situation : c'est bien en matière d'armements qu'on peut dire que les premiers seront les derniers.

Aussi est-on constamment ballotté entre la crainte de se voir distancer et celle de faire prématurément un pas décisif, sur lequel il sera impossible de revenir. Tant qu'une invention capitale n'a pas surgi, et que le matériel existant n'est susceptible que d'améliorations secondaires, aucun État ne se soucie de donner le signal d'un mouvement dont il a de grandes chances d'être la première victime. On a conscience de posséder des engins vieillis, valant peut-être ceux du voisin par certains détails, mais notablement inférieurs sur d'autres points; on s'évertue à se faire illusion sur leur compte, même au prix de quelques sophismes[1], et l'on se contente de vivre au jour le jour, jusqu'à ce qu'une cause fortuite vienne brusquement déterminer la crise redoutée, ou que l'initiative de l'Étranger la rende inévitable. Bref, on subit les événements au lieu de les diriger.

Et dès qu'on leur a cédé, il faut s'en repentir. Il ne manque pas d'exemples des déconvenues auxquelles j'ai fait allusion plus haut. L'aventure de notre dernier fusil d'infanterie, entre autres, n'est plus un mystère, et vaut d'être rapportée, pour les enseignements qu'elle fournit.

Pour des raisons qui ne touchent pas à l'art militaire, et auxquelles il est donc inutile de s'arrêter ici, on écourta, en 1886, les études qui se poursuivaient depuis longtemps sur la réduction du calibre; l'invention de la poudre Vieille venait précisément de rendre cette réduction possible. On s'en tint donc aux résultats acquis à cette époque, c'est-à-dire qu'on ramena le calibre de 11 à 8 millimètres, en conservant le mécanisme à répétition à magasin, genre Kropatchek, au lieu d'adopter le mécanisme à chargeur, qui n'était pas encore tout à fait au point.

Bien qu'on n'eût ainsi réalisé qu'un demi-progrès, l'apparition du fusil modèle 86 fut un véritable événement militaire. Au prix d'une crise de fabrication sans précédent[1], nous devions y gagner une supériorité indiscutable sur toutes les autres puissances. En réalité, cette supériorité fut absolument éphémère, sinon illusoire. Avant que nous fussions sortis de la période de transition, notre nouvelle arme était égalée, et bientôt après dépassée à l'Etranger; quand tous nos régiments en furent dotés, la transformation était déjà avancée chez nos rivaux.

Il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur une comparaison qui a été établie, dans la *Revue d'Artillerie*, entre notre fusil et ceux qui furent postérieurement mis en service à l'Étranger. Plusieurs pays ont déjà passé par deux changements depuis lors, soit que, par économie, ils aient cru pouvoir se contenter d'abord d'une simple modification de leur ancien modèle (Hollande, Italie, Suède), soient qu'ils n'aient pas reculé devant deux complètes transformations successives (Turquie). L'Allemagne (1888), l'Autriche et la Bulgarie (1888-1890), nous suivirent de près, avec des fusils identiques au nôtre quant au cali-

[1] C'est ainsi que, faute de posséder des aciéries nationales, les Autrichiens et les Italiens sont encore armés de canons en bronze; faisant contre fortune bon cœur, ils professent que ces engins fossiles valent des canons en acier.

[1] Nos trois manufactures d'armes, pour atteindre l'énorme production de 3.100 fusils par jour, possèdent 18.000 machines-outils; sur ce nombre, 12.000 datent du moment où l'on a préparé la fabrication du fusil modèle 1886, et durent être construites ou rassemblées en toute hâte; on en fit venir même d'Amérique. En 1889, la seule manufacture de Saint-Etienne était parvenue à livrer journellement 1.000 armes. Elle occupait, nuit et jour, près de 9.000 ouvriers; combien en reste-t-il aujourd'hui, là et à Tulle? Châtellerault seule put conserver son personnel, grâce à une commande de 500.000 fusils faite par le gouvernement russe; mais une fois qu'on eut livré la dernière de ces armes?

bre et à la puissance, mais pourvus d'un mécanisme à chargeur. Puis vinrent les autres puissances, avec des calibres de plus en plus réduits, jusqu'à 6mm,5 (Hollande, Italie, Suède, Norvège, Roumanie) et même 6 milimètres (marine américaine), et toujours avec le mécanisme à chargeur[1].

On ne peut mieux faire ressortir quel tort nous fit notre précipitation, que par la constatation suivante. Pendant que nous fabriquions notre fusil d'infanterie, on poursuivait dans nos établissements les études prématurément interrompues; si bien que, quand vint le tour d'armer la cavalerie, on adopta pour elle, en 1890, une arme toute différente. Il ne pouvait être question d'un calibre plus réduit, puisqu'il fallait pouvoir tirer la cartouche modèle 86 ; mais au moins la carabine de cavalerie est-elle, comme tous les fusils récents et comme notre nouveau mousqueton d'artillerie, une arme à chargeur. Nous sommes donc arrivés à ce résultat paradoxal de donner à notre infanterie un fusil moins perfectionné qu'aux troupes pour lesquelles l'arme à feu portative est chose relativement secondaire.

Tout cela ne signifie pas que notre fusil ne soit pas bon. Mais, à peine en service, il n'était plus *le meilleur ;* ceux des autres armées le valent aujourd'hui, et certains l'emportent même sur lui. Aussi plus d'un auteur préconise-t-il déjà une nouvelle réduction de calibre, avec changement du système de répétition,... c'est-à-dire tout simplement la mise au rebut du fusil modèle 86.

Heureusement pour nous, il n'y a pas urgence. Les grandes puissances militaires ont naturellement montré le plus d'empressement à nous suivre dans la voie du réarmement ; par là, elles se sont refusé le délai nécessaire pour faire beaucoup mieux, la seule supériorité de leur fusil consistant dans le système à chargeur, Et, s'il y a quelque chose d'irritant à se trouver, au bout de si peu de temps, en arrière des Argentins, des Espagnols, des Hollandais, des Suédois, des Roumains et des Turcs[2], du moins convient-il de constater que nos adversaires éventuels ne sont guère plus avancés que nous.

Pouvons-nous, du moins, songer à reprendre, dès maintenant, l'avance acquise à si grands frais et si tôt perdue ? — Assurément, l'adoption d'une arme analogue au fusil espagnol (Mauser modèle 93) ou à celui de la Hollande et de la Roumanie (Mannlicher modèle 93), nous donnerait une certaine supériorité sur les armées de la Triple-Alliance. Mais pour combien de temps? Déjà il a été essayé des fusils de 5 millimètres. Et, d'autre part, les simples fusils à répétition, dont certains parviennent pourtant à tirer une vingtaine de coups en une minute, sont peut-être sur le point de passer à la vieille ferraille : de tout côtés on étudie le fusil automatique, se rechargeant et faisant feu de lui-même après chaque coup, idéal suprême de l'art de tuer ! Au moment où l'on peut pressentir la prochaine apparition d'une arme plus terrible que tout ce que l'on a pu concevoir jusqu'ici, que faire d'autre que de travailler en silence et réserver l'avenir !

IV

En matière de canons, la situation exige encore plus de prudence. Car le problème à résoudre est plus complexe ; et la dépense, autrement considérable, rend une erreur bien plus difficile à réparer.

Il est toujours aisé de déclarer qu'une arme vient d'être inventée, qui laisse loin derrière elle tous les systèmes existants ; mais, en fait, ces découvertes sont bien rares : trois étapes seulement (rayure, culasse, acier) nous séparent des canons du siècle dernier ! Et ce qui semble certain, c'est que, loin de tenir dès maintenant le canon rêvé, les artilleurs en sont encore à discuter les conditions essentielles auxquelles il doit satisfaire.

Sans entrer dans le détail de cette discussion, qui relève autant de la tactique que de l'art du constructeur, il est utile de donner au lecteur une idée de l'état d'incertitude où se trouve actuellement la science du canon de campagne.

Ce dernier mot est essentiel : je ne parle ici que du canon *de campagne.* Il y a, en effet, canons et canons ; pour certaines bouches à feu, par exemple pour celles de la marine, le résultat à obtenir est mieux déterminé, et l'on peut s'appuyer sur des principes formels, scientifiquement établis, qui mèneraient sûrement à une construction très supérieure à celle qu'on pratique aujourd'hui, si l'on voulait se donner la peine de les approfondir par l'expérience et de les appliquer.

La construction d'un canon de campagne doit répondre, au contraire, à une multitude de conditions contradictoires, entre lesquelles on est obligé sans cesse de faire une cote mal taillée : ou sinon,

[1] En résumé, 16 puissances ont changé de fusil à notre suite ; 3 des nouvelles armes sont du même calibre que la nôtre ; 7 de calibre légèrement inférieur ; 6 de calibre très réduit ; 3 seulement tirent une balle et par conséquent emploient une cartouche un peu plus lourde ; 13, une plus légère ; parmi ces dernières, 5 présentent un avantage considérable, permettant de faire porter par le soldat beaucoup plus de munitions ; 5 donnent à leur projectile moins de force vive, 10 en développent davantage (la vitesse initiale de la seizième est encore inconnue) ; enfin, *un seul* de ces fusils est à magasin, comme le nôtre.

[2] Je ne cite ici que les pays dont l'armement possède à la fois toutes les causes de supériorité par rapport au nôtre : moindre calibre, balle et cartouche plus légères, vitesse initiale et force vive plus grandes, système de répétition à chargeur.

telle qualité, poussée à l'excès, se changera en défaut grave, parce qu'elle aura entraîné le sacrifice de telle autre qualité également nécessaire. Tour à tour, on doit faire intervenir des considérations de tactique, de service, et de possibilité industrielle, dont l'opposition impose au constructeur des difficultés parfois insurmontables. C'est ainsi qu'il peut arriver que tel *desideratum* tactique, très admissible en lui-même, aboutisse à la création d'un matériel de qualité inférieure, ou que tel canon, représentant le dernier mot de la métallurgie et de la mécanique, soit un détestable instrument de combat. Voici quelques exemples de ces difficultés :

La recherche de la puissance, et le désir de pouvoir transporter le plus de munitions possible, mènent naturellement à alourdir le matériel. Mais la mobilité n'est pas moins nécessaire que la puissance; — d'aucuns, et je suis du nombre, — pensent même que c'est en développant cette qualité qu'on réaliserait le plus grand progrès *actuellement* possible; or, pour les voitures, mobilité est synonyme de légèreté.

D'autre part, comment augmenter la puissance ? Elle résulte à la fois du poids des projectiles et de la vitesse qui est imprimée. Or, ces deux éléments ne peuvent être développés arbitrairement. Si l'on exagère le poids, il faudra modérer la vitesse, sous peine de surmener le matériel; et, en outre, on verra décroître proportionnellement le nombre des projectiles qu'il sera possible de traîner avec soi. Si, au contraire, on force la vitesse initiale, le projectile devra être allégé, et il deviendra difficile d'y loger un grand nombre de balles et une charge de poudre suffisante pour donner, à l'éclatement, un nuage de fumée visible de loin; or, la facile observation des points de chute est, de toutes les conditions requises, la plus indispensable, si l'on ne veut brûler sa poudre aux moineaux. Et ce n'est pas tout. Il ne sert évidemment à rien de donner au projectile une très grande vitesse initiale, si la résistance de l'air la lui fait perdre aussitôt en route; pour éviter ce ralentissement, il faut réduire le calibre du projectile. Mais un obus n'est pas un projectile plein, comme une balle de fusil; et si l'on en diminue trop le calibre, il devient fort difficile, sinon impossible, de le bien aménager à l'intérieur.

Et d'ailleurs, contrairement à ce que l'on croit dans le public, la grande vitesse initiale n'est pas un bien en elle-même pour le canon de campagne, comme pour le fusil ou pour le canon de marine. Il est vrai qu'un projectile trop lent manquerait de justesse et de puissance, et que ses fragments ne balaieraient qu'une zone peu profonde. Mais, s'il est trop rapide, sa trajectoire est tendue en proportion; et la grande tension, si recherchée pour les armes mentionnées plus haut, est un grave défaut pour le canon de campagne. Elle rend, en effet, le canon impuissant devant le moindre pli de terrain où l'ennemi s'est mis à couvert, et qu'il devient impossible de fouiller. En outre, la qualité la plus précieuse qui résulte pour l'artillerie des grandes portées actuelles, est assurément celle de pouvoir déplacer son feu sans changer de position (c'est-à-dire sans être réduite au silence), soit qu'elle tire par-dessus des troupes amies placées tout près en avant d'elle, soit qu'elle accompagne une attaque en canonnant la position ennemie jusqu'au moment de l'assaut, sans devenir dangereuse pour l'infanterie amie; avec une trajectoire trop tendue, ces avantages disparaissent, et l'on se trouve ramené au temps de Gribeauval : les changements de positions redeviennent incessants, avec cette circonstance aggravante que, sous le feu des canons actuels, ils sont mortels pour la batterie qui les exécute.

Et ainsi de suite. Trop lourde, la bouche à feu laisse trop peu de poids disponible pour l'affût, qu'on ne sait plus comment établir. Trop légère, elle est impuissante à entraîner ce dernier dans son recul, agit sur lui à la façon d'un projectile, et le disloque rapidement.

V

Aussi n'est-ce pas une petite affaire que d'établir un projet de canon de campagne qui soit seulement passable. Et le problème se complique par ce fait que le progrès par rapport au matériel existant peut se concevoir de façons fort diverses; car, à chacune des conditions contradictoires qui doivent être conciliées, correspond une solution bien distincte.

Je faisais en effet remarquer plus haut que chacune de ces qualités opposées, si on l'exagère, devient un défaut dangereux. Mais, sans aller jusqu'à ces conceptions extrêmes, on peut fort bien concevoir deux canons qui, exaltant chacun sans excès une qualité particulière d'un canon actuel, soient tous deux meilleurs que lui et se ressemblent fort peu entre eux. Lequel des deux choisira-t-on ?

Par exemple, un inventeur proposera de porter à l'extrême la rapidité du tir, quitte à réduire en conséquence le poids des projectiles, qui seront tirés par courtes « rafales », séparées par des intervalles de silence. Mais on ne peut exécuter avec cette rapidité que le tir percutant, c'est-à-dire celui dans lequel les projectiles éclatent au choc, en arrivant à terre; il faut donc renoncer au tir fusant dans lequel les projectiles éclatent en l'air, en

avant de l'ennemi, et balaient de leurs fragments une zone de terrain de plusieurs centaines de mètres de profondeur. Mais ce tir fusant, introduit depuis un quart de siècle dans toutes les armées, a été considéré comme un grand progrès, tant pour ses effets matériels que pour l'action démoralisatrice qu'on lui attribue. Une autre école d'artilleurs s'oppose donc à la pratique du tir rapide, qui le rend impossible; ils font observer que, le tir une fois réglé, il n'est pas besoin d'une « rafale » pour réduire l'adversaire au silence, et qu'il suffit d'un très petit nombre de coups fusants; ils ajoutent que, jusqu'ici, l'on n'a pu supprimer le recul, incompatible avec le tir rapide, qu'en donnant au canon un poids disproportionné avec sa puissance. Tel autre veut retourner en arrière, et réduire la rapidité du tir plutôt que de l'augmenter; préférant diminuer la fréquence des coups, pour accroître l'effet individuel de chacun d'eux, il préconise l'emploi de mortiers de campagne lançant de très gros projectiles. Un autre enfin demande qu'on ne charge plus les projectiles avec des balles, mais avec des explosifs violents quelconques, pourvu que leur nom se termine en *ite*.

Or, chacun d'eux peut avoir raison dans une certaine mesure, en ce sens que chacun peut nous apporter une arme plus terrible que celle que nous avons. Seulement, il se trouve que l'effet moral d'un canon a au moins autant d'importance que ses effets matériels; et cet effet, l'expérience du polygone est impuissante à le mettre en lumière. Sur le champ de tir, on peut se livrer aux plus épouvantables carnages de mannequins et de panneaux, mais ceux des mannequins et des panneaux qui ne tombent pas restent debout avec un courage surhumain, auquel on ne peut comparer que le sang-froid des canonniers qui les mitraillent; et, jusqu'ici du moins, on n'a pas encore songé à faire des essais sur le vif! Même l'expérience des guerres coloniales n'est pas décisive. D'abord, il serait difficile d'entreprendre une de ces guerres par amour de la balistique, chaque fois qu'on a quelque invention nouvelle à étudier. Puis, on s'y trouve en face d'adversaires médiocrement armés, et, en général, moins impressionnables ou autrement impressionnables que les troupes du service obligatoire.

Comment donc reconnaître lequel de tous ces engins également meurtriers pourra être le plus efficacement servi sous le feu de l'ennemi, et démoralisera le plus rapidement ce dernier? — Car enfin la question est moins de lui tuer énormément de monde, que de mettre rapidement en fuite les survivants.

C'est ici le point délicat du problème, et l'on se voit obligé de le traiter au sentiment. On s'en tire au petit bonheur, suivant l'idée préconçue que chacun se fait de la manière dont une troupe pourra supporter le feu de tel ou tel canon. Cela devient un problème de psychologie, reposant sur une connaissance plus ou moins parfaite du moral des gens que l'on se suppose appelé à combattre un jour... c'est-à-dire d'un élément qui varie selon la nation considérée et les circonstances! Le moyen de tenir un compte judicieux d'une donnée aussi vague? C'est une pure affaire d'imagination.

En vérité, il faut plaindre ceux sur qui pèse la responsabilité de la décision à prendre.

VI

— Mais, dira-t-on, cette situation peut durer indéfiniment : toujours les chercheurs chercheront et les inventeurs inventeront, et, si l'on attend l'arrêt de ce mouvement perpétuel, nos petits-fils seront encore armés du canon modèle 1877.

— En aucune façon. A certaines époques, au contraire, une transformation s'impose, sous peine de placer une armée trop routinière dans un état de réelle infériorité. Mais il faut pour cela qu'on ait réalisé, non un matériel supérieur par quelques détails seulement à celui qu'il s'agit de remplacer, mais quelque chose d'assez nouveau, d'assez perfectionné dans tout son ensemble, pour que l'adoption en soit liée à celle d'une tactique nouvelle, entraînant une véritable révolution dans l'art de la guerre. Telle fut l'influence qu'exercèrent l'invention de la rayure, l'introduction du chargement par la culasse, la substitution de l'acier au bronze. Tel serait encore le cas, si l'on arrivait à réaliser le canon à tir rapide, le vrai, celui que tant de gens déclarent fait, sans même se rendre compte des conditions si nombreuses et si compliquées de son établissement et de son emploi tactique; ou encore, si l'on réussissait à rendre efficace le tir « par rafales » de très petits projectiles, que l'on ne peut employer aujourd'hui faute de pouvoir observer leurs points de chute; ou enfin, s'il était démontré que, comme je le crois, il fût possible de construire une artillerie analogue par ses effets à celle d'aujourd'hui, mais extrêmement légère, et douée par conséquent d'une mobilité sans pareille.

Mais nous n'en sommes pas là. Ce qu'on nous offre immanquablement, c'est une pièce *un peu* plus légère, ou *un peu* plus puissante, ou *un peu* plus expéditive dans son œuvre de destruction, et dans laquelle le faible avantage réalisé est obtenu au détriment des autres qualités. Eh bien, il faut que le public comprenne, comme le font les artilleurs, que, de faire traîner à six chevaux 1.600 ou 1.800 kilos au lieu de 2.000, d'augmenter peut-être de 10 °/₀ la vitesse impartie au projectile, de tirer

six coups pendant *une minute exceptionnelle* (et non six coups *par* minute, ce qui est bien différent) alors que l'on peut tirer actuellement deux coups au moins à la minute pendant un temps assez long, — tout cela ne vaut pas une dépense de 300 millions, surtout quand l'amélioration obtenue est compensée par certains défauts correspondants.

Ce sont là ce que j'appellerai de petits perfectionnements *quantitatifs;* ils disparaîtront probablement du jour au lendemain, devant la réalisation d'un des perfectionnements *qualitatifs* que j'indiquais plus haut. Et alors tout serait à recommencer, avec cette circonstance fâcheuse qu'aucune hésitation ne serait permise.

VII

On voit combien délicate est la situation d'un ministre en face de la question du réarmement. Les mesures qu'il peut être appelé à prendre dépassent la portée d'actes administratifs ordinaires. Et il est impossible de ne pas remarquer, à ce propos, combien les dispositions légales les plus prudentes et les plus strictes peuvent être rendues illusoires par les faits. Nos lois disposent fort sagement que toutes les dépenses de l'État doivent être autorisées par les Chambres: il est interdit au Ministère de la Guerre de modifier, sans y être autorisé par une loi, le plus petit détail de l'uniforme de nos troupes, comme il est interdit à son collègue de la Marine de faire construire de sa propre autorité un méchant torpilleur de 300.000 francs. Mais il ne tient qu'à eux, ou du moins à leurs conseils techniques anonymes, de forcer la main au législateur. Que répondre, en effet, au Ministre compétent, s'il déclare que le salut de la patrie exige la construction d'un engin dont il n'est permis de parler qu'avec mystère? Il n'y a qu'à voter les fonds... et à imaginer des ressources extraordinaires capables de couvrir la dépense.

En vérité, l'on est tenté de préconiser une politique qui consisterait à ouvrir au Ministre, sur le papier, un crédit formidable, 300 millions, par exemple, dont on ne lui fournirait en réalité qu'une petite partie, disons une demi-douzaine de millions; après quoi, l'on commencerait ostensiblement, et en apparence avec une grande hâte, la fabrication d'un canon quelconque, sur les détails duquel on ferait, bien entendu, le secret le plus absolu. Il y aurait mille à parier contre un que, sur cette feinte, le voisin se lancerait à toute vapeur dans quelque transformation prématurée. Une fois qu'il y serait bien engagé, on aurait tout loisir pour le suivre en bénéficiant de ses écoles..... et peut-être même en viendrait-on à s'épargner simplement la dépense à laquelle on l'aurait déterminé!

VIII

Les considérations qui précèdent font ressortir quelle importance il convient d'attacher aux idées que le lieutenant-colonel (alors commandant) Frocard a exposées il y a quelques années, sur les conditions qui doivent régir les grandes transformations de matériel[1]. Fort remarqué dans les milieux militaires lors de son apparition, l'article publié par cet officier fut peu goûté en haut lieu, car il heurtait trop directement les idées reçues. Mais, pour avoir été officiellement mises à l'écart, les propositions qu'il contenait ne furent pas oubliées de ceux qui eurent alors l'occasion de les apprécier. Elles sont toujours aussi actuelles, puisqu'il est encore question de transformer notre artillerie; elles le sont même davantage, car les raisons que nous pouvons avoir de gérer sagement nos finances ne sont pas précisément allées en décroissant. Il importe donc de les soumettre au public, à qui elles s'adressent autant qu'au législateur et au ministre.

Le commandant Frocard prenait pour exemple les transformations successives qu'a subies le fusil d'infanterie. Encore s'est-il borné à considérer celles qui entraînaient une véritable révolution dans l'armement, et qui devaient, par suite, selon les principes admis, être appliquées sans retard à toute l'armée.

Ces modifications radicales furent les suivantes: En 1842, remplacement du fusil à silex par le fusil à percussion; en 1857, généralisation de la rayure, appliquée depuis 1854 au fusil de la garde impériale; en 1867, chargement par la culasse, réduction du calibre; en 1874, cartouche métallique; en 1886, répétition (appliquée depuis 1879 dans la marine), petit calibre, grande vitesse initiale, poudre sans fumée. Soit, en moyenne, de 1842 à 1886, une transformation générale tous les neuf ans[2].

Plus de six ans se sont écoulés depuis la publication de l'article auquel je fais allusion. Et, comme on l'a vu plus haut, on peut ajouter aujourd'hui que le fusil modèle 86, vieux de dix ans à

[1] Note sur les transformations de l'armement dans les armées à gros effectifs. *Revue d'Artillerie*, octobre 1890.

[2] J'ai eu la curiosité de rechercher dans l'*Aide-mémoire d'artillerie* la série des transformations de toute nature qu'a subies l'armement de l'infanterie depuis qu'elles sont réglementées. On y trouve mentionnés, de 1717 à 1777, treize modèles différents; le fusil modèle 1777, corrigé en l'an IX, a fait toutes les guerres de la Révolution et de l'Empire. Puis, de 1816 à 1886, encore treize modèles, parmi lesquels le fusil modèle 1840 n'eut même pas le temps d'être mis en service! Soit une durée moyenne de six ans par système.

peine, dépassé par d'autres dès sa mise en service, est depuis assez longtemps considéré comme suranné par bien des gens ; comme il n'est pas encore question de le remplacer, et qu'une telle opération exigerait bien deux ou trois ans, il est donc permis d'affirmer que, quand on se décidera au changement, il y aura longtemps que la chose aurait dû être faite.

Cette dernière remarque est générale. Chacun des grands perfectionnements énumérés plus haut n'a été adopté que quand ses avantages étaient démontrés depuis plusieurs années, et quand la pression des événements ne permettait plus de retarder la réforme. Et l'existence même de chaque modèle, c'est-à-dire la période, déjà si courte, pendant laquelle on est muni d'un armement considéré comme satisfaisant, se trouve ainsi réduite de toute la perte de temps imputable à ces hésitations [1].

Il en va de même pour le canon. On sait quelle fut en 1870 notre infériorité à cet égard. Mais ce que le public ignore généralement, c'est qu'il n'eût tenu qu'à nous d'entrer en campagne avec une artillerie meilleure que celle des Allemands, de même que nous avions un fusil supérieur au leur. Le système du général (alors commandant) de Reffye était complètement étudié, prêt à entrer en fabrication ; la preuve en est que, pendant la seconde partie de la campagne, on amena sur le champ de bataille un grand nombre de canons de 7, qu'on n'aurait pas pu improviser, si tous les détails de leur construction n'avaient été au point. Si donc notre artillerie dut entrer en ligne dans des conditions déplorables, c'est uniquement parce qu'on n'avait pas voulu reconnaître la supériorité évidente, et déjà prouvée à Sadowa, du matériel prussien.

IX

Or, ces hésitations, qui d'ailleurs se produisent de la même manière dans toutes les armées, ont pour cause principale une idée communément considérée comme un principe de toute organisation militaire, mais dont le commandant Frocard a eu le mérite de montrer le premier la fausseté et les dangers.

Ce préjugé est celui qui consiste à vouloir maintenir l'uniformité de l'armement de notre armée, comme à l'époque où l'effectif de cette dernière était de quelques centaines de mille hommes au plus.

Il faut insister ici sur la distinction bien tranchée que l'auteur établit entre l'*unité* et l'*uniformité* de l'armement. L'infanterie, dit-il, a l'unité et l'uniformité depuis 1866, car toutes les troupes de cette arme ont le même fusil sur tous les points du territoire. L'artillerie de campagne n'a pas l'unité, puisqu'elle compte des batteries armées de canons différents, mais elle a l'uniformité, parce que tous les canons d'un même calibre sont identiques.

Or, par cela même que l'uniformité de l'armement est considérée comme nécessaire, les périodes de transition, pendant lesquelles elle se trouve détruite, apparaissent comme fort dangereuses ; on s'efforce donc de les abréger le plus possible, ce qui donne lieu à la crise dont je montrais plus haut les graves inconvénients. Et, à son tour, cette crise, semblant être la condition nécessaire du changement, fait paraître redoutable l'idée du changement lui-même. « La crainte d'avoir à renouveler fréquemment de pareils efforts amène à se mettre en garde contre l'adoption de modèles qui ne présentent pas toutes les garanties de perfection désirables ; il ne s'agit pas de faire aussi bien que ses voisins, il faut faire mieux, sous peine d'être bientôt dépassé. On perd donc un temps précieux à la recherche d'un *idéal* que l'on n'est jamais certain d'avoir atteint ; on laisse entre les mains des troupes un matériel qu'on a le tort de déclarer vieilli, au risque d'ébranler leur confiance. » Bref, par désir d'être certainement mieux armé que le voisin, on court le risque de lui être réellement inférieur pendant d'assez longues périodes.

X

Cela posé, le commandant Frocard demandait qu'on renonçât aux errements suivis aujourd'hui en matière de transformations :

« D'un mal nécessaire on fera la règle ; il sera admis que, ainsi que cela se passe pendant les périodes de transition, on aura toujours plusieurs matériels en service, en bornant l'uniformité à des fractions constituées de 300.000 à 400.000 hommes au plus ; on modifiera les types aussitôt que les

[1] Ces faits sont naturellement peu familiers aux gens qui ne sont pas des spécialistes, il est donc bon de les éclairer d'un exemple. Le fusil à aiguille, inventé par Dreyse en 1829, fut adopté par la Prusse en 1841 ; il n'est d'ailleurs pas étonnant que ce pays ait mis douze ans à s'y décider ; c'était un véritable coup d'audace que de passer directement du fusil à pierre à l'arme se chargeant par la culasse ; et les autres nations attendirent encore plus d'un quart de siècle. Quoi qu'il en soit, il est également naturel que, l'année suivante, les études qui étaient alors en cours en France aient abouti à un tout autre résultat ; on conçoit même à la rigueur qu'en 1857 on n'ait pas encore adopté le fusil-culasse, dont aucune guerre n'avait prouvé la valeur. Mais dès la campagne du Danemark, ses preuves étaient faites, et nous attendîmes encore Sadowa pour adopter le Chassepot. De même, nous avons employé en 1870 d'excellentes armes étrangères à cartouche métallique, et l'Allemagne adopta en 1871 le fusil Mauser ; mais ce n'est qu'en 1874 que nous prîmes la cartouche métallique avec le fusil Gras. Et ainsi de suite.

besoins s'en feront sentir ; les transformations pourront s'effectuer d'une façon continue et à peu près régulière, avec des allocations budgétaires annuelles d'une importance à peu près constante. »

Les avantages de cette méthode résultent directement de ce qui a été exposé plus haut.

Elle permet, en effet, de se tenir au courant de tous les progrès, d'où qu'ils viennent, dans le moindre temps possible après leur réalisation ; car, en principe, un modèle de matériel ne sera mis en construction que dans des proportions réduites ; et, quand on en viendra à commander le lot destiné à l'armée suivante, rien n'empêchera de lui appliquer tel perfectionnement imaginé dans l'intervalle.

D'autre part, plus de crise budgétaire et industrielle revenant périodiquement tous les huit ou dix ans. Possibilité pour l'industrie de s'outiller plus rationnellement en machines comme en personnel ; d'où, par l'effet de la concurrence, une réduction des prix de revient, au grand avantage de l'Etat.

Quant aux objections que l'on peut opposer à cette idée, elles ne sauraient en déterminer le rejet, car elles s'appliquent plus justement encore aux errements qu'on suit aujourd'hui.

Sans doute, il est fâcheux de maintenir en service dans une partie de l'armée un matériel considéré comme démodé ; il peut résulter de là un manque de confiance très dangereux chez une nation aussi impressionnable que la nôtre. Mais l'ébranlement de la confiance ne se produit pas du jour au lendemain, quand on décide officiellement de remplacer l'ancien matériel ; il date du moment, bien antérieur, où la nécessité de la réforme a été agitée. Et il se produit à la fois dans l'armée entière. Or, justement, le commandant Frocard nous montrait le moyen d'améliorer cette situation : « Avec les errements actuels, écrivait-il, une partie de notre infanterie avait encore tout récemment un fusil datant de quinze ans. Avec la fabrication continue et régulière, telle que nous proposons de l'adopter, cette durée ne dépasse pas huit ans. » De même, aujourd'hui, toute notre artillerie est munie de canons dont le modèle date d'une vingtaine d'années ; et, à supposer qu'on se décide dans le courant de 1897 à une réfection générale, le nouveau matériel devra probablement rester en service pendant une période analogue, quelque perfectionnement qu'on trouve dans l'intervalle.

Une autre objection semble pouvoir être tirée des difficultés et des erreurs qui pourraient se produire en campagne dans le remplacement des munitions ; c'est même la première qui vienne à l'esprit des personnes peu au courant des questions d'organisation militaire. Elle est facile à réfuter.

Tout le service des ravitaillements est organisé précisément dès le temps de paix, de manière à éviter ces erreurs si dangereuses. A la vérité, cette affirmation pourra paraître gratuite, ou tout au moins optimiste de parti pris. Quelques observations suffiront néanmoins à l'appuyer, sans qu'il soit nécessaire d'entrer dans le détail du service des ravitaillements, qui ne serait point ici à sa place.

Le souvenir de la Défense nationale permettrait déjà de se montrer moins craintif à l'égard de la non uniformité de l'armement, car il n'est pas à prévoir, en mettant les choses au pis, que l'artillerie se voie jamais demander à nouveau les tours de force dont elle sut se tirer à cette époque. On sait, en effet, qu'après Sedan nous dûmes acheter du matériel partout où il y en avait à vendre, et il fallut ravitailler en munitions une cinquantaine de modèles d'armes différents, juxtaposés au hasard ; il n'y avait peut-être pas une division de l'armée dont le matériel ne fût entièrement hétéroclite. Avec cela, un service d'étapes et de ravitaillements improvisé sous la pression des événements. On s'en tira pourtant, Dieu sait au prix de quels efforts, mais enfin on s'en tira. Certes, ce n'est pas la fatale doctrine du « débrouillez-vous » que je prêche ici. Mais cet exemple d'une situation extrême est fait pour donner confiance, à une époque où les services à l'arrière de l'armée ne sont plus abandonnés au hasard comme lors de la dernière guerre.

Les conditions, en outre, seront plus faciles qu'en 1870. Ce n'est point par douzaines que l'organisation proposée multiplierait les matériels. Le pis qui pourrait arriver serait qu'il y eût simultanément en service trois ou quatre modèles différents, et encore ces modèles ne seraient-ils pas mélangés dans l'intérieur des corps d'armée, et même des divisions, comme il arriva nécessairement en 1870.

Et le plus important est que la plupart de ces modèles tireront probablement les mêmes munitions. C'est en effet dans la différence des calibres et des tracés intérieurs que se trouve la difficulté des ravitaillements, puisqu'elle oblige à traîner partout avec soi des munitions de toute sorte [1]. Et il n'est pas dit que tout perfectionnement du canon doit entraîner un changement du calibre ou du tracé intérieur, rendant inutilisables les munitions anciennes, au contraire.

[1] Rappelons qu'en ce moment même, notre artillerie a bien l'uniformité de matériel, mais non l'unité. Tous les canons de 90, par exemple, sont bien identiques entre eux (uniformité); mais un même corps d'armée possède bel et bien des canons de trois calibres différents, à la consommation desquels il faut pourvoir.

Ce serait bien le cas aujourd'hui, car tous les systèmes que l'on propose ont un calibre sensiblement inférieur à celui de 90 millimètres, que l'on trouvait déjà bien élevé il y a vingt ans, mais que l'on adopta néanmoins, parce que la fonte, seul alliage employé alors, ne permettait pas d'organiser convenablement un obus à balles de petit calibre.

Mais une fois que le calibre aura été ramené aux environs de 75 millimètres, il est vraisemblable qu'on s'en tiendra là pendant longtemps. Or, si l'on vient à trouver quelque perfectionnement notable, qui n'entraîne pas l'emploi de munitions nouvelles, l'objection des ravitaillements tombe d'elle-même. Et pourtant, les idées actuellement reçues ne permettraient pas d'appliquer cette invention à une partie seulement de l'armée : on se croirait obligé de rebuter tous les canons les plus récents, ou tout au moins de les remanier à grands frais, à supposer l'opération faisable. Il n'est pas possible d'attribuer à cette pratique une raison autre qu'un vain amour de la symétrie.

Je dois mentionner enfin une dernière objection, de nature assez délicate, et au sujet de laquelle je ne saurais mieux faire que de reproduire le texte même du commandant Frocard :

« Sans dévoiler aucun secret de mobilisation, on peut considérer comme évident que certains éléments restés disponibles sur le territoire seront groupés entre eux pour former de nouvelles unités. Il est même possible, et cela pour une foule de raisons, que des corps d'armée soient obligés, pour effectuer leur mobilisation, d'emprunter à d'autres corps des éléments tout mobilisés. Enfin, dans la suite des opérations, les ravitaillements en hommes, et même en matériel et en munitions, pourront avoir épuisé une région déterminée, et on sera contraint d'opérer par prélèvement sur les régions voisines.

« Dans ces conditions, si des éléments ainsi groupés n'avaient pas un armement uniforme, il en résulterait évidemment de grandes difficultés de service, peut-être même un désordre absolu.

« Nous pourrions encore répondre à ce sujet que les mêmes inconvénients se produisent pendant la *période de transition* actuelle. C'est la raison qui, au fond, fait considérer cette période comme si périlleuse.

« Le remède est le même dans tous les cas ; il suffit de ne faire de semblables emprunts que dans l'intérieur d'une même armée ; et, en adoptant l'*uniformité d'armement par armée*, on se met à l'abri des dangers signalés.

« On voit donc le principe de l'autonomie de l'armée s'affirmer dès le temps de paix ; il nous paraissait utile de faire cette remarque à une époque où l'opportunité de la création des états-majors d'armée a été si discutée [1]. »

XI

Sur un point, il est vrai, l'argumentation du commandant Frocard semble un peu forcée. De ce que les derniers changements de fusil ont eu lieu en moyenne tous les dix ans, et du retard très réel avec lequel ils ont suivi les progrès de la science, il est assurément légitime de conclure que la durée moyenne de chacun de ces modèles n'aurait pas dû dépasser huit ans. Mais il est toujours dangereux de raisonner sur des moyennes, surtout quand elles portent sur un aussi petit nombre de faits, et d'étendre à l'avenir les indications ainsi obtenues. Rien n'autorise à généraliser cette observation, au point de dire que la périodicité de huit ans doit être considérée comme normale, et que les crédits doivent être réglés sur elle. Il est permis, au contraire, d'espérer que cette prévision est exagérée, car aucun budget ne saurait résister à des exigences qui conduiraient à dépenser tous les huit ans pour 300 millions d'artillerie de campagne, à quoi s'ajouteraient l'artillerie de siège et de place, et les armes portatives, et le gouffre des constructions navales.

Mais l'idée maîtresse de ce travail, celle qui méritait l'examen attentif qu'on lui refusa, est celle qui consiste à renoncer au dangereux principe de l'uniformité de l'armement. Il faut que l'on comprenne bien qu'il n'y a aucune espèce de raison pour que l'armée que nous mobiliserions, je suppose, autour de Nancy, ait un armement identique à celui de nos armées des Alpes ou de Belfort, pour ne pas parler des troupes destinées à la garde de l'Algérie. Même quand deux de ces armées seraient amenées à se joindre pour combattre côte à côte, leur autonomie rendrait cette précaution superflue. Il faut s'inspirer ici de ce que fait la marine, qui renouvelle constamment son matériel, sans s'aviser de construire aujourd'hui des cuirassés semblables à ceux d'il y a dix ans, et qui n'hésite pas à doter chaque nouveau bâtiment d'un nouveau modèle d'artillerie, si des progrès ont été réalisés depuis le dernier armement effectué. J'ai,

[1] Ce dernier paragraphe a son intérêt : voilà six ans et demi qu'il a été écrit, et la question si grave à laquelle il fait allusion n'a pas avancé d'un pas. Bien avant cette époque, les officiers demandaient la constitution des états-majors d'armée, et ils n'ont assurément pas cessé de le faire. Or, tout ce que nous voyons aujourd'hui, c'est un projet organisant timidement le commandement, mais non les autres organes essentiels de ces armées, et il n'est même pas certain qu'il soit sanctionné, car il soulève une objection terrible : il vise, paraît-il, à constituer un « syndicat de généraux » !

pour ma part, assez vivement critiqué ailleurs certains errements suivis par notre marine, pour être en droit de proposer sur ce point sa méthode comme modèle à l'administration de la guerre.

Cela une fois admis, on ne sera plus embarrassé pour suivre de près tous les progrès de la science. Au lieu de s'astreindre, en cas d'adoption d'un matériel nouveau, à en décider aussitôt la construction pour toute l'armée française, et à presser les travaux au prix de la crise dont on a vu plus haut les graves inconvénients, on commandera simplement la quantité de matériel nécessaire à l'une de nos armées, et on l'exécutera posément, sans surmenage industriel ni budgétaire, dans les deux ou trois ans que l'on met aujourd'hui à faire un réarmement général. Si, dans l'intervalle, quelque progrès important a été réalisé, on l'appliquera au matériel de l'armée suivante; sinon, celle-ci recevra le même matériel que la première. Et ainsi de suite. Une fois toutes les armées munies; — supposons, pour fixer les idées, qu'il y en ait cinq, — dix ou quinze ans se seront écoulés; et il est bien probable que, dans l'intervalle, il se sera produit au moins un progrès de nature à justifier la continuation du travail. Sinon, ce sera tant mieux pour l'armée, qui se trouvera momentanément avoir un matériel uniforme, et pour les contribuables, à qui l'on pourra laisser un temps de répit. Quant aux industriels, la crise provoquée chez eux sera cinq fois moindre qu'aujourd'hui; et, d'autre part, ils auront toutes chances pour qu'une invention nouvelle ne tarde pas à se produire, invention qui n'aurait peut-être pas suffi à justifier un réarmement général, mais qu'on hésitera moins à adopter, en attendant mieux, pour la plus importante de nos armées.

Dès lors, la marche des travaux suivrait un cours rationnel, dans lequel rien ne serait abandonné au hasard des circonstances, et qu'on me permettra de retracer, tel que je l'ai indiqué il y a plus de cinq ans. Tout d'abord, une étude théorique devra mettre en lumière, surtout d'après les considérations tactiques, les principes d'un programme paraissant réalisable dans l'état actuel de l'industrie. Ce programme une fois établi, les inventeurs, au lieu de travailler au petit bonheur, et souvent sans avoir idée des vrais besoins de l'artillerie de campagne, pourront bientôt proposer une série de projets dignes d'examen.

« On étudiera alors comparativement les systèmes présentés, en menant les expériences avec toute la rapidité que permettra leur bonne exécution. C'est principalement une affaire d'argent, et nous supposons avant tout que les crédits ne seront jamais marchandés aux Commissions d'expériences, quand il s'agira d'objets bien définis; les dépenses de cette nature sont des économies véritables. On arrivera de la sorte à donner la préférence à un système, qui sera étudié à fond, jusque dans les détails de l'outillage nécessaire à sa fabrication.

« Ce système serait alors *adopté en principe*, pour être construit éventuellement, quand les circonstances l'exigeraient. Cette consécration n'empêcherait nullement d'examiner avec le même soin toute invention ultérieure paraissant offrir de nouveaux avantages; cette dernière, une fois approfondie, pourrait venir remplacer la première dans son rôle d'attente. Mais il serait bien entendu que, dans le cas où l'on voudrait remplacer, en tout ou en partie, le matériel existant, on entreprendrait immédiatement la construction du système « adopté « en principe », à l'exclusion de tout autre encore en essai. »

Cette manière de faire me semble la moins exposée aux déboires, dans l'hypothèse de l'armement uniforme, aussi bien que dans celle de l'armement par armée. Mais, en combinaison avec ce second principe, elle donne au gros problème de l'armement la solution la plus élastique, la plus constamment adaptée aux circonstances.

Les inventions, et par suite les études, sont en effet continues. On aura donc à chaque instant un matériel « adopté en principe », le plus moderne qu'il soit possible d'imaginer; et ce matériel sera celui qu'on aura décidé de mettre en œuvre pour en munir l'armée dont le tour doit arriver le premier. « De cette manière », écrivais-je encore, « on opérerait, pour ainsi dire, *par bonds successifs;* on aurait en service à la fois plusieurs matériels, plus ou moins à la hauteur des derniers progrès de la science, *mais on n'aurait jamais de matériel suranné*».

Mais ce qu'on devra s'interdire absolument, ce sont les transformations apportées au matériel existant, qui s'en trouve généralement gâté autant qu'amélioré. Et ce ne sera pas là un des moindres avantages de la méthode. Comme le dit, en effet, très justement le général Wille : « Quand on s'est bien appliqué pendant vingt ans à modifier, et parfois aussi à *démodifier* son matériel, on peut avoir dépensé en fin de compte autant et plus d'argent et de travail, pour un résultat moindre, que si on avait remplacé au bout de dix ans le vieux canon par un nouveau, et qu'on eût épargné à tous deux les modifications. Les transformations répétées fatiguent la troupe, rendent difficile l'instruction, alourdissent généralement le matériel, et peuvent très bien arriver à l'affaiblir dans son ensemble. »

Donc, ne construisons jamais que des canons conçus d'après une idée d'ensemble, et comportant tous les perfectionnements dont la valeur est reconnue. Dotons-en une de nos armées. Mais lais-

sons tel qu'il est le matériel existant, avec ses infériorités relatives, mais aussi avec ses qualités propres; les troupes qui en sont pourvues prendront à leur tour la tête du progrès. Les « couteaux de Jeannot » sont des armes détestables et, par surcroît, les plus coûteuses de toutes.

XII

La méthode qui vient d'être exposée — armement par armée, adoptions successives de matériel « en principe », abandon de l'habitude de retoucher sans cesse le matériel existant — assure une meilleure gestion de nos finances, favorise le développement rationnel d'une industrie indispensable à la défense nationale, est enfin la plus capable de maintenir l'armement de nos troupes en relation constante avec les progrès de la construction.

A ce point de vue, le moment actuel est caractéristique. Vingt modèles de canons de campagne sont en compétition. Or, quel est l'homme du métier qui oserait affirmer qu'aucun d'eux représente un progrès tel qu'il soit absolument urgent de l'adopter? Chacun de ces systèmes soulève des objections de principe plus ou moins graves; chacun rachète en partie sa supériorité par quelque défaut qui lui est propre. Aucun ne mérite qu'on lui sacrifie de but en blanc notre matériel de 90, dans la seule crainte que, si nous ne le faisons pas, les Allemands, se hâtant, au contraire, d'adopter un modèle de ce genre, ne prennent sur nous un avantage dangereux. Bien au contraire, tout homme de sang-froid reconnaîtra que la puissance qui munirait toute son armée d'un quelconque de ces canons, ferait simplement le jeu de l'autre.

En un mot, ce qu'on nous offre aujourd'hui, ce sont des matériels d'attente, pouvant être encore notablement perfectionnés à bref délai, semblant même annoncer dès maintenant ces nouveaux progrès.

Or, tant que les Allemands conserveront leur canon modèle 73, modifié en 1878 et en 1891, on ne saurait admettre l'idée de réformer notre matériel de 90 pour adopter un de ceux qui sont actuellement proposés. Quoi qu'en disent certains articles retentissants, récemment publiés dans la presse quotidienne, les matériels de campagne français et allemand s'équivalent. L'un est supérieur par tel détail, l'autre l'emporte par tel autre; et si, par malheur, on venait à les mettre face à face, c'est la valeur du personnel appelé à les servir qui déciderait seule du succès [1].

Mais il faut être prêt à construire du jour au lendemain le meilleur de ces canons, pour le cas où l'Allemagne franchirait véritablement le pas décisif. On conçoit même qu'on puisse trouver prudent d'entreprendre cette fabrication, si l'incertitude sur ce que font nos voisins est réelle au Ministère de la Guerre, et se prolonge outre mesure. Mais, dans l'un et l'autre cas, on doit se garder d'un entraînement dont les conséquences seraient déplorables. Dans l'un et l'autre cas, il faut limiter la commande à ce qui sera nécessaire pour armer le plus important de nos groupes de corps d'armée de l'Est, et « voir venir », en ménageant nos ressources. Car on peut être certain que le premier des demi-progrès existants qui sera adopté dans un pays quelconque, ne sera que le signal d'une série de perfectionnements autrement considérables [2].

Gaston Moch,
Ancien capitaine d'Artillerie.

[1] Ce qui précède est écrit dans l'hypothèse que l'artillerie allemande est toujours armée des canons indiqués par ses règlements officiels (une batterie modèle 91 contre deux modèles 73/78.) Mais on a vu, au début de cette étude, que beaucoup de gens craignent le contraire. Ces alarmes reposent sur les crédits considérables que cette arme a obtenus depuis quelques années, sous prétexte « d'entretien du matériel ». Et il est de fait que ces crédits dépassent de beaucoup les allocations régulières, correspondant aux besoins normaux du temps de paix, et augmentées des sommes exigées par les modifications qu'on déclare avoir faites.

Mais les renseignements qui ont été publiés à cette occasion sont contradictoires et dénotent souvent peu de compétence chez leurs auteurs; un journal a été jusqu'à imprimer que la chose est d'autant plus grave, que le « nouveau canon allemand à tir rapide » utilise les munitions existantes, — comme si la seule idée du tir rapide n'impliquait pas l'adoption d'un calibre inférieur à celui de 9 centimètres.

En somme, rien n'établit l'existence en Allemagne d'un matériel postérieur à celui de 1891, qui ne peut nous inquiéter en aucune façon. On est (*on*, c'est-à-dire les auteurs et le public, peut-être pas le ministre, mais je n'en sais naturellement rien), on est ici dans le domaine des conjectures.

Or, une hypothèse qui ne manque pas de vraisemblance est la suivante. Le gouvernement impérial, qui n'est pas étroitement lié, au point de vue budgétaire, comme ceux des pays parlementaires, aurait demandé, ces dernières années, des crédits supérieurs aux besoins, pour mettre l'excédent en réserve, et former ainsi une « masse noire », en supplément au trésor de guerre conservé à Spandau. Cette réserve serait destinée à permettre de commencer éventuellement, en secret, la construction d'un nouveau matériel, sans demander aucun crédit au Reichstag. Une fois les travaux en train, ce dernier se verrait obligé de sanctionner le fait accompli, et d'accorder le complément de crédits nécessaires. — Ce n'est là qu'une hypothèse, assez vraisemblable, et de nature à modifier (je ne dis pas : à diminuer) les raisons que nous avons de nous tenir sur nos gardes. G. M.

[2] Ces considérations soulèvent une question de grande importance : il ne semble pas que, jusqu'à présent, l'Etat français se soit suffisamment préoccupé de la vitalité des usines qui reçoivent ses commandes. Il a parfaitement raison d'en donner à l'industrie privée, et la loi qui le lui permet depuis 1885 a été éminemment bienfaisante : elle a rendu possibles des progrès irréalisables dans les établissements nationaux; mais, pour que les usines privées soient toujours en mesure de répondre rapidement aux demandes de l'Etat, il faut que ses commandes leur servent à régulariser leur travail : l'Etat doit, en temps normal, les aider à combler les chômages qui résulteraient parfois d'un trop grand écart entre les besoins du public et l'importance de l'outillage et du personnel ouvrier que leur impose l'Administration de la guerre. Il nous paraît qu'à ce sujet l'Allemagne, la Grande-Bretagne et les Etats-Unis nous donnent un exemple digne d'être médité. C'est pourquoi nous avons demandé à l'un de nos officiers supérieurs les plus compétents en la matière une série de notices sur l'usine Krupp, l'usine Armstrong et les établissements de Bethléem. Le lecteur trouvera ci-après (page 113) la première de ces notices.

(Note de la Direction.)

L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE ZURICH [1]

Si l'on jette un coup d'œil sur l'organisation de l'instruction supérieure en Suisse, on reste frappé de constater qu'elle est généralement laissée au soin et à l'initiative des autorités cantonales, comme l'est d'ailleurs en Suisse l'instruction publique à tous ses degrés. Ce fait a naturellement eu pour résultat de faire surgir sur le territoire, relativement exigu, de la Suisse, six Universités plus ou moins rivales (Genève, Zurich, Berne, Lausanne, Fribourg, Bâle) et une Académie, celle de Neuchâtel, ne se distinguant des précédentes que par l'absence de Faculté de Médecine.

Indépendamment de ces sept établissements, l'instruction supérieure comprend deux Écoles techniques, destinées à former des ingénieurs : l'une à Lausanne, en Suisse romande; l'autre à Zurich, en Suisse allemande; cette dernière est l'*École Polytechnique Fédérale*, que nous allons décrire.

Ce qui distingue de prime abord cette école de tous les autres établissements d'instruction supérieure de la Suisse, c'est que, seule, elle dépend directement de la Confédération. Il résulte de cette situation exceptionnelle que l'École dispose de ressources financières plus considérables qu'aucun autre établissement d'instruction et qu'elle a pu se développer rapidement. Il ne sera donc pas sans intérêt de donner au lecteur un aperçu de son état actuel.

Indiquons d'abord son but et son organisation intérieure; nous parlerons ensuite de ses ressources, des moyens d'étude dont elle dispose, enfin de l'avenir de ses élèves.

I. — But et organisation de l'École.

Le but visé par l'École Polytechnique Fédérale dès sa création en 1854 a été et demeure, avant tout, de former des techniciens. Mais, tout en s'efforçant de conserver son caractère d'école technique supérieure, elle a cherché à donner en même temps à ses élèves une culture théorique aussi étendue que possible. Les études y sont donc combinées de façon à favoriser le rapprochement et l'influence réciproque de la science pure et de l'application. Ce but apparaît clairement dans les programmes, les règlements et surtout dans l'extension donnée à l'enseignement obligatoire des Mathématiques pures, de la Mécanique rationnelle, de la Physique et de la Chimie durant les premières années. Les cours sur ces sciences sont à la base même de l'enseignement de l'École; ils sont, autant que possible, communs à toutes les sections. Ce n'est que plus tard que la séparation s'opère graduellement pour tenir compte, dans une large mesure, des nécessités particulières à chaque section de l'enseignement.

L'École étant principalement destinée aux applications, une large part est faite aux exercices dans toutes les branches de l'enseignement; les plus grands sacrifices ont été consentis pour créer et doter richement les divers laboratoires.

§ 1. — Enseignement.

L'École Polytechnique comprend actuellement sept divisions :

1° La division d'*Architecture* (3 années et demie d'études);

2° La division du *Génie civil* (3 années et demie d'études);

3° La division de *Mécanique industrielle*, comprenant l'étude de l'*Électrotechnique* (3 années et demie d'études);

4° La division de *Chimie industrielle* (3 années et demie d'études);

5° La division de *Sylviculture* et d'*Agriculture*, comprenant trois subdivisions : la Sylviculture (3 années), l'Agriculture (2 années 1/2), le Génie rural (2 années 1/2);

6° La division de *Pédagogie*, destinée à former des professeurs de Mathématiques et de sciences naturelles. C'est une véritable Faculté des Sciences encadrée dans l'École. Elle se subdivise aussi en deux : la section des sciences mathématiques et la section des sciences naturelles (3 années et 4 années au moins);

7° *Cours facultatifs*. — Indépendamment des six divisions précédentes, divisions spéciales, organisées en vue d'assurer aux élèves, dans chaque profession, une préparation solide, l'École a institué une septième division, dite des cours facultatifs, destinée à concourir, en dehors des études tech-

[1] Sur les grandes écoles techniques, voyez dans la *Revue* : L'Institut Electrotechnique Montefiore (tome v, page 644); — Les laboratoires de Mécanique aux Etats-Unis, en Angleterre et en Allemagne (tome ii, page 364); — Le laboratoire de Mécanique du Conservatoire des Arts et Métiers (tome ii, page 465); — L'organisation de Sibley-College (tome ii, page 641); — L'Institut Chimique de Nancy (tome vi, page 32). — Les nouveaux laboratoires de la Faculté des Sciences de Lille (tome vi, page 477).

niques, à la culture *générale* des étudiants; les cours de cette section portent sur l'histoire, la littérature, les langues vivantes, l'économie politique, la statistique, la philosophie, les beaux-arts et enfin la base des études, particulièrement les cours de mathématiques, se donnent parallèlement dans les deux langues, et l'École s'est efforcée de faire une place plus large au français en augmentant le nom-

Fig. 1. — *Bâtiment central et entrée de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich.*

les arts militaires; ils sont destinés aux élèves de l'École et, en même temps, aux officiers.

La loi de fondation de l'École laisse aux professeurs la liberté de choisir, pour leurs cours, l'une des trois langues nationales de la Suisse. En réalité, l'allemand d'abord, le français ensuite sont seuls employés. Les cours les plus importants qui sont à

bre des professeurs qui enseignent dans cette langue

L'enseignement comprend chaque semestre de 250 à 300 cours, les uns obligatoires, les autres facultatifs. Quant au personnel enseignant, il se compose de professeurs ordinaires, nommés les uns à vie, les autres pour une période de dix années. Il comprend, en outre, des maîtres auxiliaires

chargés de cours, et des professeurs agrégés, ces derniers n'étant rétribués que d'après l'importance et l'utilité de leurs cours.

Enfin, un certain nombre d'*assistants* sont chargés plus spécialement de la surveillance des exercices et des laboratoires.

§ 2. — Régime des Élèves.

Les jeunes gens admis à l'École sont tous externes; ils se divisent en élèves *réguliers* et en *auditeurs*. Les élèves réguliers, faisant partie des six premières divisions, se destinent généralement à des vocations déterminées; les auditeurs sont relégués principalement dans la septième division, mais peuvent suivre des cours dans les autres, à la condition de se conformer aux mêmes devoirs et à la même surveillance que les élèves réguliers. Il n'y a d'exception que pour des personnes plus âgées, désireuses de compléter leurs études et présentant des certificats satisfaisants.

Le principe de la liberté absolue du choix des cours n'est pas admis à l'École Polytechnique; il présenterait, en effet, de graves inconvénients. Aussi, pendant les deux premières années les élèves réguliers des six premières divisions ne sont pas libres de choisir eux-mêmes les cours qu'ils désirent suivre, comme le seraient les étudiants d'une Université. Mais, une fois qu'ils ont acquis les bases nécessaires aux carrières auxquelles ils se destinent, ils peuvent, pour la troisième année d'étude, faire leur choix; les cours choisis au commencement de chaque semestre deviennent alors obligatoires.

Pour être admis à l'École, les jeunes gens doivent avoir atteint l'âge de 18 ans et justifier en même temps qu'ils ont reçu une instruction secondaire suffisante. A défaut de certificats satisfaisants, les candidats peuvent, au commencement de chaque année scolaire, subir des examens d'admission qui ont lieu à l'École même. Il est important de remarquer que ces examens n'offrent pas le caractère d'un concours et que le nombre des élèves admis n'est pas fixé d'avance.

Chaque année, une « Conférence générale », formée de tous les professeurs, décide, en se basant sur les notes obtenues, les travaux faits et l'application, si les élèves doivent être promus ou non dans un cours supérieur.

A la fin de leurs études, les élèves réguliers sortants peuvent se présenter à des examens spéciaux, écrits et oraux, à la suite desquels l'École délivre des diplômes. Ces diplômes ne sont accordés qu'aux élèves dont la capacité et les connaissances sont incontestablement au-dessus de la moyenne; c'est donc une distinction. Aussi, les examens des diplômes sont-ils facultatifs, comme le seraient les examens de grade dans une Université.

La statistique montre qu'environ 54 °/₀ des élèves réguliers sortant des cours supérieurs, se présentent à l'examen des diplômes, et, qu'en moyenne, 41 °/₀ l'obtiennent.

L'obtention des diplômes est le but légitime de tous les élèves, car ce titre leur assure une facilité beaucoup plus grande à trouver des emplois au sortir de l'École. Presque tous les élèves diplômés se placent aisément dès leur sortie.

§ 3. — Fréquentation de l'École.

L'École Polytechnique s'est ouverte en octobre 1855, avec 68 élèves et 160 auditeurs. Ce chiffre s'accrut très rapidement d'année en année. Le tableau I ci-dessous indique la fréquentation de l'École, l'année de sa fondation et celle de l'année dernière :

Tableau I. — Progression du nombre des Élèves.

	Nombre des élèves	
	en 1855-1856	en 1894-1895
Division d'architecture	9	39
— de génie civil	20	198
— de mécanique industrielle	16	288
— de chimie industrielle	13	138
— de sylviculture	4	27
— d'agriculture	7	35
— pédagogique	9	32
Cours préparat. supprimés depuis	30	—
Totaux	108	757

Sur ce nombre de 757 élèves, il y a, à peu près, parts égales d'étrangers et de suisses; les élèves étrangers jouissent, d'ailleurs, exactement des mêmes droits que les nationaux.

Les trois divisions de Génie civil, de Mécanique et de Chimie industrielle sont naturellement les plus fréquentées; ce sont elles qui conduisent aux carrières où les emplois sont le plus nombreux, soit en Suisse, soit à l'Étranger. L'affluence est nécessairement moindre dans les divisions d'où l'on sort avec une vocation où la liberté d'établissement n'existe souvent pas à l'Étranger, et où les places à occuper sont naturellement peu nombreuses dans les limites étroites d'un petit pays comme la Suisse. Il ne faudrait donc pas conclure de cette moindre affluence que l'École a une sollicitude moins grande pour ces divisions que pour les trois autres.

§ 4. — Autorités de l'École.

C'est de l'autorité exécutive de la Confédération, c'est-à-dire du Conseil fédéral que dépend directement l'École Polytechnique; mais elle est administrée par un *Conseil d'École*, formé de six membres,

Fig. 2. — *Salle de l'Aula à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich.*

choisis dans différents cantons de la Suisse, et d'un président qui siège en permanence. C'est actuellement M. le colonel Bleuler. La mission du Conseil d'École est la surveillance générale et suprême, la présentation au Conseil Fédéral des candidats comme professeurs, la nomination des professeurs agrégés.

Entre le Conseil d'École et les professeurs vient le *Directeur*, qui sert d'intermédiaire; c'est à lui que s'adressent généralement professeurs et étudiants.

Les professeurs eux-mêmes forment, dans chaque division, un collège présidé par l'un d'eux (le *Principal*), nommé pour deux ans. C'est l'ensemble des Principaux, réunis dans une Conférence où les intérêts des sept divisions se trouvent ainsi représentés, qui prend les décisions courantes relatives à la marche de l'Ecole.

Enfin, lors des examens d'admission ou des promotions annuelles, la Conférence générale se réunit sous la présidence du Directeur; elle est formée par l'ensemble des professeurs ordinaires, des agrégés et des maîtres auxiliaires.

II. — Ressources de l'École et matériel d'enseignement.

Pour conserver son caractère technique, l'École a dû attacher aux exercices pratiques, dans les divers laboratoires, une importance capitale. Aussi les édifices et les laboratoires se sont-ils multipliés, particulièrement en ces dernières années.

Un coup d'œil jeté sur les figures 1 à 5 donne une idée approximative de l'ensemble actuel des bâtiments. On jugera, d'ailleurs, de l'importance relative des principales installations par le tableau II qui indique pour 1894, l'état des dépenses d'établissement; il importe d'ajouter que, l'École étant située en dehors de la ville de Zürich, la valeur des terrains ne représente qu'une faible fraction de cette somme, et que la majeure partie a pu, de cette façon, être consacrée utilement aux édifices et aménagements intérieurs.

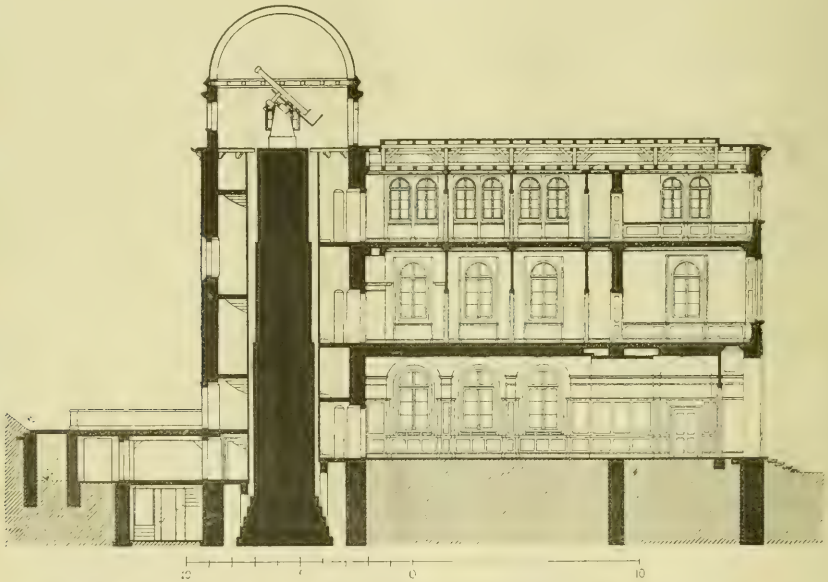


Fig. 3. — *Coupe transversale de l'Observatoire annexé à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich.* On y remarque en particulier le grand pilier qui supporte la lunette méridienne.

Tableau II. — Coût des Bâtiments et Installations.

	BATIMENT	INSTALLATION	TOTAL
Bâtiment principal. .	1.800.000	275.000	2.075.000
Observatoire	175.000	75.000	250.000
Ecole d'agriculture .	250.000	150.000	400.000
Ecole de chimie. . .	1.300.000	400.000	1.700.000
Institut de physique.	1.200.000	500.000	1.700.000
Essais des matériaux.	202.000	81.000	283.000
Totaux. . . .	4.927.000	1.481.000	6.408.000

Les ressources financières de l'École se composent essentiellement d'un subside annuel de

800.000 à 900.000 francs, alloué par la Confédération. Cette allocation, ajoutée à divers autres subsides ou revenus, porte à plus d'un million la somme dont l'École peut disposer annuellement.

Grâce à ces ressources, elle peut couvrir tous ses frais et faire, chaque année, un très grand nombre d'acquisitions, tout en dotant richement ses laboratoires. C'est aussi par l'emploi judicieux de ses crédits qu'elle a pu s'adjoindre des professeurs distingués qui ont illustré son enseignement. Il suffit de citer les noms de Clausius, Kulmann, Kundt, Victor Meyer, etc.

Indépendamment de nombreuses salles de dessin, l'École dispose, pour l'instruction des élèves, d'un Observatoire astronomique (fig. 3), d'un Institut de Physique (fig. 4), d'un Institut de Photographie, d'ateliers pour modelage en argile et en plâtre, dépendant de la division d'Architecture, d'ateliers pour travaux sur métal et sur bois dépendant de la division de Mécanique; de laboratoires de Chimie technique et analytique (fig. 5), de laboratoires de Pharmaceutique, de Chimie agricole et de plusieurs champs d'expériences dépendant de la 5e division.

En outre, un certain nombre d'établissements, sans faire partie intégrante de l'École Polytechnique, sont néanmoins à la disposition des élèves. Tel est l'*Établissement fédéral pour les expériences forestières*, la *Station de Chimie agricole*, dont la tâche principale est de contrôler les engrais artificiels et les fourrages. De même, la *Station pour le contrôle des semences*. Mais, le plus important est l'*Etablissement fédéral pour les essais des matériaux de construction*. Il est placé sous la direction de M. le Professeur Tetmayer; c'est une installation récente et de premier ordre permettant d'effectuer des essais de toute nature sur les matériaux de construction.

Il serait trop long d'entrer dans la description des divers laboratoires de l'École Polytechnique, je me bornerai donc à dire quelques mots des deux établissements les plus importants, au point de vue scientifique : l'Institut de Physique et l'École de Chimie.

L'enseignement de la Physique comprenant trois séries de cours (Physique générale et expérimentale, Physique mathématique et Électrotechnique), les laboratoires ont été partagés de même en trois catégories : ceux des premiers exercices, ceux des travaux scientifiques et ceux d'Électrotechnique.

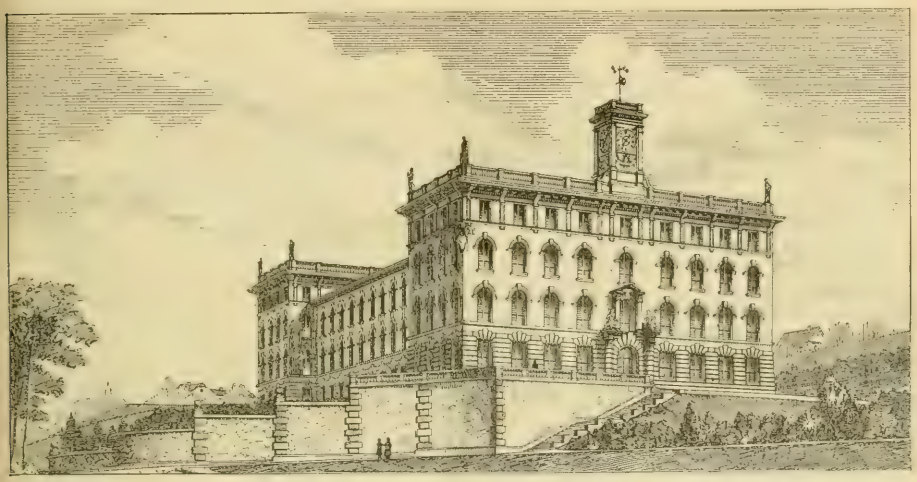


Fig. 4. — *Institut de Physique à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich.*

La première catégorie comprend six locaux ayant une superficie de 310 mètres carrés; 30 à 36 élèves peuvent y travailler sans se gêner mutuellement.

Les laboratoires pour recherches scientifiques se trouvent dans le sous-sol, dans la cave et au rez-de-chaussée. Il y a là 26 salles, dont 4 sont consacrées aux recherches sur l'Optique et le Rayonnement, 8 aux travaux du domaine de la Physique mécanique et de la Chaleur, 10 à l'étude des forces électriques et magnétiques, et 4 servent de laboratoires aux professeurs.

Les laboratoires pour l'étude de l'Électricité et plus particulièrement de l'Électrotechnique comprennent 13 locaux distincts; chacun d'eux est installé spécialement pour l'étude d'une branche

spéciale de l'Électrotechnique. Ces laboratoires permettent : l'étude et la graduation des ampèremètres et des voltmètres, la charge et la décharge des accumulateurs, la propagation du courant dans les câbles et la photométrie, etc. En outre, une salle est affectée à l'étude des dynamos et des transformateurs. Deux moteurs à gaz de 8 chevaux chacun et deux moteurs électriques d'une force égale fournissent la force motrice nécessaire à la marche des dynamos.

Une des curiosités du nouvel Institut est certainement l'installation de quatre locaux souterrains voûtés et noircis situés à 17 mètres au-dessous de la surface du sol. Ces quatre locaux sont destinés aux travaux scientifiques d'une exactitude rigoureuse dont la réussite dépend d'une température toujours constante. La température de ces locaux ne varie entre l'hiver et l'été que d'une fraction de degré.

L'Institut est pourvu, en outre, d'un atelier de mécanicien pour la fabrication des appareils courants; un mécanicien et plusieurs aides y travaillent en permanence pour les besoins de l'Institut.

L'École de Chimie présente, dans son genre, des installations aussi complètes. Elle comprend un laboratoire très bien aménagé pour la Photographie et la Microphotographie, ainsi qu'un laboratoire de Pharmacie. Le laboratoire de Chimie analytique contient 166 places simples ou 83 doubles. Une place double comprend l'ensemble de deux tables adossées l'une à l'autre. Les places simples sont données aux commençants, les places doubles aux élèves plus avancés. A ce laboratoire de Chimie analytique sont attenantes : deux chambres à balances, une à canon, une pour l'analyse élémentaire, une chambre obscure, une pour l'électrolyse, une pour l'analyse des gaz et deux pièces pour travaux d'élèves avancés, ainsi qu'une chambre pour la Physico-Chimie.

Fig. 5. — *Bâtiment des laboratoires de Chimie à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich.*

Le laboratoire de Chimie technique comprend 2 salles avec 120 places simples; il est doté également de chambres pour balance, études optiques, etc., mais il comprend, en outre, de nombreuses salles pour travaux industriels avec vapeur, air comprimé, fourneaux à fondre, travaux d'électrochimie, dynamos, machine à vapeur, teinturerie, distillerie, salle pour les explosifs et musée de Chimie industrielle.

Les laboratoires de Chimie analytique et de Chimie technique ont été construits tous deux d'après les exigences actuelles; presque dans toutes les salles l'eau, le gaz, la vapeur, l'air comprimé, le vide et la force motrice se trouvent à la disposition des manipulateurs.

Tout ce qui a pu être fait pour donner aux exer-

ces et aux laboratoires une place prépondérante, a été consenti afin de conserver à l'Établissement son caractère d'École technique supérieure de premier ordre. C'est dans ce but et dans cet esprit que l'École vient, tout dernièrement, de décider la création d'un nouvel Institut de Mécanique appliquée, dont la création doit coûter près de 500.000 francs.

III. — Avenir des Élèves.

Il nous reste à dire quelques mots sur l'avenir des Élèves de l'École. Le plus grand nombre se placent dans l'industrie au sortir même de leurs études, et l'on peut dire que c'est le cas général de tous les élèves diplômés. D'autres, moins heureux, commencent par faire un stage volontaire de quelques mois dans les usines. Parmi les ingénieurs suisses, beaucoup doivent naturellement s'expatrier; d'autre part, un grand nombre d'élèves étrangers retournent dans leur patrie où des emplois les attendent, une fois leurs études terminées.

D'ailleurs, les anciens élèves de l'École, de quelque nationalité qu'ils soient, forment une association ayant à sa tête un Comité central dont le but est d'étudier toutes les questions qui intéressent la prospérité des anciens élèves. Ce Comité publie chaque année une liste complète des anciens élèves avec leur adresse et leur *curiculum vitæ*. D'une part, les industriels, désireux d'engager des techniciens, et, d'autre part, les anciens élèves qui se trouvent momentanément sans place, savent qu'ils peuvent s'adresser à ce Comité Central, qui, en servant d'intermédiaire, rend de réels services. Cette *Association des Anciens Élèves de l'Ecole Polytechnique de Zürich* comprend actuellement un très grand nombre de membres disséminés dans les cinq parties du monde, mais pouvant facilement entrer en relation les uns avec les autres, par l'intermédiaire du Comité Central.

Cette institution, bien ordonnée, couronne de la façon la plus heureuse l'organisation de l'École Polytechnique. La prospérité actuelle de ce grand établissement le place au premier rang des écoles techniques modernes, et il y a tout lieu d'espérer qu'il y restera en continuant à marcher dans la voie qu'il a, depuis son origine, parcourue avec tant d'éclat.

Charles-Eugène Guye,
Professeur agrégé
à l'École Polytechnique de Zurich.

LA LUTTE ACTUELLE CONTRE LA PESTE

La peste, après cinquante ans de silence, menace à nouveau l'Europe. Cette nouvelle aurait suffi à jeter l'effroi partout, si nous ne nous trouvions actuellement armés contre le fléau et prêts à le combattre. L'issue de la lutte que nous allons entreprendre dépend : d'abord, de la rapidité avec laquelle nous pouvons mettre en pratique les moyens prophylactiques dont nous disposons ; ensuite, au cas où elle pourrait arriver jusqu'à nous, de moyens curatifs connus depuis peu de temps seulement, puisque ce mois-ci même, M. Roux déclarait à l'Académie de Médecine, dans une communication déjà célèbre, faite au nom de M. Yersin, que ce savant avait découvert un nouveau sérum curatif et préventif [1].

Connue pour ainsi dire de toute antiquité, la peste qui, depuis le milieu du XIXe siècle, semblait s'être cantonnée dans les régions lointaines de l'Afrique et de l'Asie, vient d'avoir un véritable réveil. Dès 1894, la maladie montrait une véritable tendance à l'extension hors de ses foyers primitifs. Partie du Yunnan, foyer endémique, elle s'abattit sur Canton, y fit en quelques semaines 60.000 victimes, puis s'étendit à Hong-Kong, pour, en 1895, atteindre l'île d'Haï-Nan et Macao. En 1896 l'île de Formose était envahie, puis bientôt Bombay, où elle sévit en ce moment avec furie et d'où elle nous menace si aisément grâce à l'incurie voulue et à l'égoïsme commercial de l'Angleterre. Kamaran, sur la Mer Rouge, a été atteint, et quelques cas de soi-disant choléra, signalés à Plymouth, semblent devoir être attribués à la peste. Nous sommes, on le voit, fortement menacés [1].

[1] La nouvelle de la découverte d'un sérum anti-pesteux par le Dr Yersin, a paru dans la *Revue générale des Sciences* le 15 septembre 1896. Nos lecteurs n'ont certainement pas oublié l'article que M. C. Huart, Consul de France à Canton, a alors consacré dans la *Revue* aux guérisons opérées par M. Yersin.

[1] Si nous remontons aussi loin que nous le permettent les documents historiques, nous apprenons qu'en 542, après être sortie de son foyer égyptien, probablement son berceau, la peste s'abattit sur les bords de la Méditerranée et sur la Perse. C'est cette épidémie que l'on nomme classiquement la peste de Justinien. Puis elle sembla s'éteindre et c'est en 1347 seulement que l'Europe fut de nouveau dévastée par cette fameuse épidémie, dite de *mort noire*, qui, de 1347 à 1350, aurait tué plus de 25 *millions de personnes* en Europe et près de 40 *millions* dans le monde entier.

Dès ce moment, les apparitions sont plus ou moins fréquentes dans les différents Etats européens. Elle s'y montre, mais en s'atténuant successivement pendant les XVe, XVIe et XVIIe siècles. Pendant le XVIIe siècle elle s'attaque aux Etats du Nord : Danemark, Suède, Pays-Bas, Angleterre, et fait de

La peste assez mal connue en Europe, mérite d'attirer notre attention à tous; aussi nous a-t-il semblé utile d'en tracer rapidement les symptômes et de mettre en lumière les moyens de défense dont nous disposons.

I. — Symptomatologie.

Cette maladie porte le nom de peste à bubons parce qu'elle est caractérisée par l'apparition d'engorgements ganglionnaires qui se manifestent rapidement après une courte fièvre d'invasion. Les bubons une fois apparus au niveau des aines, et souvent aussi des aisselles, les phénomènes généraux s'accentuent plus ou moins.

Le plus souvent, la fièvre augmente rapidement, le délire apparaît, et le malade, tombant dans le coma, meurt en trois ou quatre jours, souvent moins, sans que les bubons soient arrivés à la période de suppuration. Ce sont les cas graves.

Dans les cas très graves et qui constituent la *mort noire* du XIVe siècle, il y a des hémorrhagies diverses, petéchies plus ou moins confluentes, larges taches purpuriques, vomissements de sang, symptômes pulmonaires, le tout présentant une analogie assez grande avec la variole noire et qui a fait donner aussi à cette forme le nom de forme à charbons. Dans ces cas la mort arrive très rapidement, parfois en moins de vingt-quatre heures.

Dans les cas bénins, au contraire, les tumeurs ganglionnaires arrivent à la suppuration et il s'écoule d'elles une grande quantité de pus. Les malades se rétablissent peu à peu, présentant toutefois une convalescence longue et pénible.

Telles sont les principales formes de la peste, qui a toujours gardé depuis les temps les plus reculés ses mêmes caractères.

D'ailleurs, dans une lettre publiée récemment et semblant émaner de l'un des médecins chargés par l'Académie de Médecine d'aller étudier sur place la peste de Marseille, nous trouvons cette description nette et saisissante des symptômes généraux de la maladie :

« Les symptômes qui paraissent d'abord sont « la douleur de tête gravative, la consternation, « la vue troublée et comme égarée, la voix tremblante, la face cadavéreuse, le froid des extrémités, le pouls concentré et inégal, de grands « maux de cœur, des nausées et envies de vomir; « à quoi succèdent les assoupissements, les délires « et enfin des convulsions ou des hémorrhagies « avant-coureurs d'une mort prochaine. Dans « quelques-uns le pouls est animé et précipité et « la chaleur se trouve généralement répandue. Et « de ceux-ci certains ont échappé. »

II. — Microbe de la Peste. — Conditions de transmission.

Cette maladie éminemment contagieuse ne pouvait être qu'une maladie microbienne. Aussi, de toutes parts se mit-on à l'œuvre, et presque en même temps MM. Kitasato, Takaki et Yersin décrivaient le microbe spécifique.

Ce microbe[1] se trouve constamment et en grande abondance dans les bubons, pouvant, si les cas sont graves, passer dans le sang, où on le retrouve. A l'autopsie, les ganglions lymphatiques, le foie, la rate en contiennent de grandes quantités. Pour le rechercher, il faut prendre une parcelle de pulpe bubonique, l'écraser, puis la fixer au moyen de couleurs basiques d'aniline. Alors apparaît, à l'examen microscopique, bien coloré, un bacille du genre des cocco-bacilles, c'est-à-dire court, trapu, à bouts arrondis, se colorant plus fortement aux extrémités qu'au centre. Ce microbe se décolore par la méthode de Gram. Dans les organes, après autopsie, il est recherché suivant les méthodes ordinaires de coloration.

Pouvant se cultiver facilement, il pousse aisément sur tous les milieux usités, et en particulier soit sur la gélose, soit dans le bouillon alcalin, où il apparaît sous forme de courts bacilles disposés en chapelets.

Il peut être inoculé aux animaux, et les Rongeurs y sont extrêmement sensibles. Les souris et les rats sont tués sûrement en quarante à soixante heures, quelquefois trente-six. Les ganglions de la région correspondant au point d'inoculation sont gros, tuméfiés, entourés par une zone d'œdème; puis, peu à peu, les autres ganglions se prennent, pouvant former une chaîne ininterrompue, Souvent, d'ailleurs, les rats ont, eux-mêmes, de véritables bubons.

Un point intéressant, qui explique la grande contagiosité de l'affection et sur lequel insiste M. Yersin,

---

grands ravages en France et en Espagne. Enfin, ses derniers efforts se font sentir à Marseille et dans la Provence pendant cette célèbre épidémie de 1720, 1721, 1722 où s'illustra l'évêque Belzunce, et qui coûta la vie à *plus de 80.000 personnes*.

Dès ce moment, on peut espérer avoir fait reculer la peste. Elle visite encore l'Europe, mais se cantonne dans la partie orientale : Moscou, Bukarest, Odessa, Constantinople. — En 1844 même elle disparaît complètement de l'Egypte où elle avait pris jour ; elle abandonne le Caucase, la Syrie. On peut croire, dès lors, avoir affaire à une maladie éteinte, cantonnée dans quelques coins très restreints de l'Afrique et de l'Asie, foyers peu importants et peu dangereux. C'était : en Afrique, la Cyrénaïque ; en Asie, l'Assyrie, l'Irak-Arabie, la Perse, le Turkestan, l'Afghanistan, l'Hindoustan et la Chine.

C'est de ces points que, débordant et reprenant tout à coup une activité nouvelle, elle a envahi successivement Canton, Formose, Bombay, etc.

[1] Communication de M. Roux à l'Académie des Sciences, janvier 1897. Yersin. *Annales de l'Institut Pasteur*, janvier 1897.

est ce fait qu'une culture pure de bacille de la peste étant ingérée par un rat, ce rat contamine tous les autres rats sains placés avec lui dans la cage. Donc, comme le dit M. Yersin, en partant d'une culture pure, on fait naître une épidémie qui ne diffère des épidémies spontanées que parce qu'elle reste limitée à une cage au lieu de s'étendre à une cité.

Il est donc certain, à l'heure actuelle, que la peste est une affection transmissible et que la transmission se fait avant tout par contact direct du malade, ce qui explique pourquoi les infirmiers et les médecins sont si souvent frappés. La contagion indirecte, toutefois, elle aussi, joue un rôle important, et il faut signaler en premier lieu les effets souillés, les linges, les pansements, etc. Des expériences ont été faites, à ce sujet, dès 1835 au Caire, par Gaetany-Bey, Clot-Bey, Lachèze et Bulard[1]. Enfin, un des facteurs importants de la transmissibilité, c'est le sol; car, de même que beaucoup d'autres, le microbe de la peste conservé dans la terre reste virulent, y attendant des conditions favorables pour son développement. M. Yersin l'a retrouvé à 4 et 5 centimètres de profondeur dans le sol d'une maison infectée où l'on avait fait des tentatives de désinfection; mais, point important, *il n'était pas virulent*. Sans doute faut-il, pour qu'il redevienne virulent, des conditions spéciales, encore inconnues de nous, aidées par celles que l'on retrouve dans toutes les épidémies : agglomération, misère, famine, etc. Quoi qu'il en soit, si ces conditions favorables se réalisent, l'épidémie s'établit.

Mais comment cette propagation peut-elle se faire du sol à l'homme? Il faut, nécessairement, un intermédiaire. On s'accorde à penser aujourd'hui que ce sont les animaux. En effet, ne sait-on pas, depuis fort longtemps, que dans les endroits où vont se déclarer des cas de peste, tous les rats meurent, présentant les lésions précédemment signalées; que les souris, les buffles, les porcs meurent, eux aussi, comme le rapporte M. Yersin d'après les observations du Dr Reunie, médecin des douanes chinoises, et de M. Rocher, consul de France à Mong-Tzé? Le même sort serait réservé aux serpents et même aux chacals qui ont pu manger ces serpents.

Enfin, M. Yersin, dernièrement, après avoir retrouvé constamment dans les rats crevés à Hong-Kong, le bacille (ce qui prouve absolument ce que nous venons d'annoncer), remarqua que les mouches du laboratoire, où il faisait les autopsies de ces animaux pestiférés, mouraient en très grande quantité. Il conclut de suite à leur rôle d'agent intermédiaire. « J'ai pu, dit-il, donner la peste à des cobayes en leur injectant un peu d'eau stérilisée dans laquelle j'avais broyé des mouches trouvées mortes au laboratoire. »

En résumé, l'agent infectieux spécifique, bien connu maintenant, existe encore dans le sol après une épidémie et s'y conserve longtemps, mais atténué. Sa virulence se réveille sous l'influence de conditions plus ou moins bien connues de nous, puis se renforce par passage successif sur les animaux, et enfin contagionne l'homme. Il se passe là ce qu'on reproduit journellement dans les laboratoires pour d'autres micro-organismes.

L'homme contagionné prend l'affection, comme les animaux, par plaie de la peau, piqûres ou autres blessures, ou bien par le tube digestif (Yersin).

III. — Mesures prophylactiques et traitement.

Comment lutter dès lors contre cette affection qui menace l'Europe, et qui, après un demi-siècle de répit, semble vouloir faire un retour singulièrement offensif? Pour cela, nous avons des mesures de prophylaxie internationale, de prophylaxie nationale, et enfin, en cas d'épidémie, le traitement spécifique de la maladie.

Les décisions à prendre pour la prophylaxie internationale et nationale sont du ressort des délégués de différentes nations Européennes. En France, le Conseil sanitaire, depuis longtemps déjà, s'est ému de la situation grave, créée par la mauvaise volonté du gouvernement anglais, et M. le Professeur Brouardel comme M. le Professeur Proust ont appelé l'attention du pays sur cette situation menaçante. Tous les gouvernements d'ailleurs ont décidé de prendre des mesures, et actuellement se tient à Venise une Conférence sanitaire internationale pour discuter la question.

L'infection peut se faire par deux voies : par voie de mer d'une part ; par voie de terre, de l'autre ; la première est beaucoup plus à craindre que la seconde.

Pour la voie de mer, que faut-il? Surveiller attentivement les départs de bateaux venant des points contaminés, surveiller surtout très attentivement leur arrivée en Europe et prendre à leur sujet toutes les mesures sanitaires nécessaires, telles que quarantaine et désinfection. Les différents ports français sont préparés à cet effet et des lazarets avec étuves à désinfection y sont prêts à fonctionner.

Ces mesures prises dans nos propres ports n'étant pas suffisantes, il faut qu'elles soient adoptées par les nations voisines et que, de plus, ce système de protection soit le second échelon d'un système plus complexe, — le premier échelon se trouvant constitué par le lazaret de la mer Rouge, où le Conseil sanitaire international d'Alexandrie a tous les

[1] Proust : *Traité d'Hygiène*, art. Peste, p. 895.

pouvoirs nécessaires pour arrêter les navires suspects.

En résumé : prohibition, au berceau même de l'épidémie, des marchandises suspectes, opposition absolue à l'embarquement des gens suspects, vérification sanitaire au passage de la mer Rouge, nouvelle vérification avant le débarquement en Europe : telles sont les conditions nécessaires de protection de notre monde et celles d'ailleurs qui sont déjà, en partie, appliquées.

La propagation de l'épidémie par voie de terre serait évidemment beaucoup plus lente. Elle s'avancerait, comme l'a déjà fait maintes fois le choléra, par la Perse, en prenant son point de départ au niveau du golfe Persique. D'où l'obligation d'exercer au niveau de ce golfe une surveillance à laquelle se sont toujours refusés les Anglais et de demander à la Russie de vouloir bien prendre les mesures nécessaires pour surveiller les routes par lesquelles pourrait se propager l'épidémie.

Supposons, d'ailleurs, que les mesures internationales ne suffisent pas ; il nous reste encore les mesures de prophylaxie nationale telles que : surveillance attentive de tous les points du territoire et extinction immédiate de tout foyer se produisant dans l'intérieur du pays avec application des mesures prophylactiques individuelles indiquées par M. le Professeur Proust dans une des dernières séances de l'Académie de Médecine, à savoir : isoler rigoureusement tous les malades, exercer une surveillance directe sur leur famille et leur entourage, demander aux médecins et aux gardes-malades d'avoir soin de se désinfecter fréquemment les mains et le visage, d'avoir les plus grands soins de propreté, de prendre leurs repas en dehors de la chambre des malades.

Comment traiter les pestiférés ? Question jusqu'à ces derniers jours pour ainsi dire insoluble, le médecin se trouvant désarmé devant la rapidité d'extension des lésions. Les chiffres que nous avons déjà indiqués sont véritablement effrayants. On se rappelle que, en Chine, la peste de Hong-Kong de 1894, donna 95 °/₀ de mortalité (Yersin). Heureusement, M. Yersin, de l'Institut Pasteur, dans un rapport lu par M. Roux le 26 janvier 1897 à l'Académie de Médecine, vient d'annoncer avoir trouvé un *sérum antipesteux* préventif et curatif. Les expériences faites jusque-là sont peu nombreuses, mais singulièrement suggestives. Sur 26 malades traités, il n'y a eu que 2 morts ; soit 7,6 °/₀ de mortalité au lieu de 80 °/₀, chiffre moyen.

Le sérum, dont M. Yersin s'est servi, fut du sérum de chevaux immunisés, les uns à l'Institut Pasteur, les autres à Nha Trang en Annam.

D'ailleurs, MM. Yersin, Calmette et Borel avaient déjà publié en juillet 1895, dans les *Annales de l'Institut Pasteur*, des expériences de sérumthérapie [1].

Ils avaient remarqué « que l'injection à un che-
« val d'une culture récente de peste (un quart de
« culture de gélose) provoque une tuméfaction con-
« sidérable, accompagnée d'une fièvre violente pen-
« dant 48 à 80 heures. Puis, que le gonflement di-
« minue et qu'enfin il se précise pour aboutir à un
« abcès... L'inoculation était faite dans les veines.
« 4 à 6 heures après l'injection, la température mon-
« tait à 40°,41° 5, se maintenait pendant plusieurs
« jours, puis baissait graduellement, sans qu'il y
« eût d'apparition de tumeur ganglionnaire... Le
« premier cheval immunisé fut saigné trois se-
« maines après la dernière injection et le sérum
« essayé à des souris... Les souris qui recevaient
« 1/10 de c. c. de sérum de cheval immunisé ne
« devenaient point malades, quand 12 heures
« après, elles étaient infectées avec de la peste.
« Pour guérir les souris déjà inoculées de la peste
« depuis 12 heures, il fallait employer 1 c. c. à
« 1 c. c. 1/2 de sérum. *Toujours les souris guéris-*
« *saient, alors que les témoins mouraient.* »

Le sérum de M. Yersin est donc non seulement préventif, mais curatif. La première inoculation en fut faite le 20 juin à Canton.

Que conclure ? Sinon que nous avons entre nos mains une arme précieuse, qu'expérimente encore en ce moment M. Yersin, retourné en Asie pour continuer ses recherches. Que le sérum en cas d'épidémie doit être employé d'abord curativement et, ensuite, en cas de besoin, préventivement. Que nous devons faire pour la peste ce que nous faisons maintenant journellement pour la diphtérie ; mais que, avant tout, il faut nous protéger de l'invasion, puisqu'il en est temps encore, et préserver l'Europe entière de ce fléau, en obligeant le Gouvernement anglais à s'associer aux autres Puissances et à prendre toutes les mesures prophylactiques nécessaires.

M. Fontoynont,
Interne des hôpitaux.

[1] La peste bubonique, par MM. Yersin, Calmette et Borel, *Annales de l'Institut Pasteur*, juillet 1895.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

L'USINE KRUPP. — SES DÉVELOPPEMENTS. — SA PUISSANCE ACTUELLE.

Au moment où se discute la question de l'établissement chez toutes les grandes puissances d'un nouvel armement d'artillerie, ce qui correspondrait à une dépense de plus d'un milliard en Europe, il semble intéressant d'étudier l'état des usines ou ateliers qui sont appelés à la mise en œuvre de cet énorme capital, qui, plus généralement, se livrent dès à présent à la fabrication du matériel de guerre.

L'usine Krupp, qui semble dans ce cas devoir satisfaire aux besoins non seulement de l'Allemagne, mais encore de son alliée l'Autriche-Hongrie et d'autres Etats moins importants, mérite, par sa puissance de production industrielle et financière, le premier rang dans cette étude. On ne saurait ici étudier la question technique et les détails de fabrication des bouches à feu : on cherchera plutôt à rendre compte et du développement de l'usine et de sa puissance actuelle.

L'usine Krupp, à Essen, commença par être une modeste fonderie, recommandable, toutefois, par la qualité de ses aciers, mais d'une faible importance. Elle ne prit son essor qu'entre les mains d'Alfred Krupp (1812-1887), père du directeur actuel.

C'est le 24 février 1848 qu'Alfred Krupp prit la conduite de l'usine, qui n'employait que 72 ouvriers. En 1865, l'usine en employait déjà 8.200 : l'acier Krupp avait une réputation considérable : le développement des chemins de fer amenait de toutes parts des commandes de rails, de bandages, de plaques de chaudières, en même temps que les progrès de la marine conduisaient à la fabrication de puissants arbres de couche et de tôles de toutes natures.

Enfin l'usine avait abordé avec succès la fabrication du matériel d'artillerie, à laquelle elle doit encore aujourd'hui la plus grande partie de sa notoriété : elle avait, dès cette époque, livré à l'armée prussienne les canons qui devaient assurer son triomphe à Sadowa.

Cette prospérité tenait non seulement à l'habileté des métallurgistes et des constructeurs d'Essen, mais aussi à ce que l'administration prévoyante d'Alfred Krupp s'était précautionnée de mines de fer et de houille à proximité, de manière à se procurer directement les matières premières indispensables.

Vers 1867, le développement de l'usine subit un léger ralentissement, tenant peut-être à certaines inquiétudes qui s'étaient manifestées en Allemagne au sujet de l'emploi de l'acier comme métal à canons, et dont la conséquence était de réduire la fabrication de ce matériel d'artillerie. Mais la reprise ne tarda pas à se produire, et dès 1873, le nombre des ouvriers s'élevait à 11.800. La plupart des nations européennes devenaient tributaires de l'usine, et les canons Krupp se retrouvaient, à bord comme à terre, dans tous les armements de siège et de forteresse, sauf en France et en Angleterre.

Si puissante et rémunératrice qu'elle soit, la production d'artillerie ne peut cependant assurer que temporairement la prospérité d'un établissement industriel, et ne doit constituer qu'une branche de l'exploitation, sous peine d'exposer à de graves mécomptes par suite de mortes-saisons. Cette observation est d'autant plus fondée que la plupart des nations s'efforcent de rendre leur armement indépendant des puissances étrangères, en créant par elles-mêmes ou provoquant l'installation sur leur propre territoire d'usines d'artillerie. Une puissance, en effet, qui n'aurait su ou pu prendre pareille précaution s'exposerait à se trouver désarmée, à se trouver hors d'état de renouveler au cours d'une guerre ses approvisionnements d'armes et de projectiles, en vertu des règles de la neutralité. C'est dans cet ordre d'idées que l'on a vu la Russie créer des usines puissantes dans l'Oural et près de Saint-Pétersbourg pour la fabrication de son matériel. C'est dans cet ordre d'idées encore que l'Italie exigea du Creusot la constitution d'une succursale à Terni pour la fabrication des plaques de blindage, et de la maison Armstrong une mesure analogue à Pozzuoli pour son artillerie navale.

Il ne faut donc pas voir dans l'usine Krupp un établissement presque exclusivement producteur d'artillerie : il faut y voir une aciérie puissamment outillée pour tous les usinages d'acier, y compris naturellement celui des bouches à feu, et puissamment armée au point de vue économique pour la production et pour l'écoulement de ses marchandises. C'est ce que montrera ci-dessous l'énumération des établissements et propriétés de tout genre de la maison Krupp, dont la solidarité industrielle assure la prospérité en leur assurant respectivement : d'une part des matières premières, et de l'autre le débouché de leurs produits.

En effet, à côté de l'aciérie d'Essen et de son champ de tir de Meppen d'une longueur de 16 kilomètres, affecté aux expériences de toute sorte, nous citerons les mines de houille d'Essen et de Bochum, au rendement de 2.100 tonnes en moyenne par jour ; de nombreuses mines de fer en Allemagne ; les célèbres mines de Bilbao en Espagne, dont les produits, transportés soit par des navires espagnols, soit par des bâtiments allemands, arrivent économiquement par voie de mer et de canaux jusqu'aux ateliers. Enfin, dans ces derniers temps, l'acquisition des chantiers de la Germania, à Kiel, a mis la maison Krupp à même d'exécuter intégralement des bâtiments de guerre ou de commerce avec ses propres ressources, puisque tôles, blindages, machines à vapeur, bouches à feu et projectiles sortent de ses ateliers, alimentés eux-mêmes en houille et en minerais par des mines appartenant à la maison.

Il ne faut pas non plus perdre de vue l'excellente situation de l'usine d'Essen au point de vue des transports : d'une part, les voies ferrées de Cologne à Berlin et celle de Duisburg à Dortmund, d'autre part, le Rhin et son affluent la Rühr placent l'établissement dans des conditions véritablement exceptionnelles d'arrivages et d'expéditions.

Pour apprécier maintenant la puissance totale de l'usine, nous rappellerons que dès 1890, elle disposait de : 1.195 fours et fourneaux de types divers, 21 trains de laminoirs, parmi lesquels il convient de signaler des systèmes Lauth à 60 centimètres de diamètre pour les cylindres supérieur et inférieur, avec un cylindre médian de 38 centimètres, comme aussi des laminoirs universels où les cylindres horizontaux ont également 60 centimètres de diamètre et les verticaux environ les 2/3 du diamètre des horizontaux ; 286 chaudières à vapeur et 370 machines d'une force totale de 27.000 chevaux-vapeur dont des machines reversibles à deux cylindres conjugués ayant chacun 1^{m}, 30 de diamètre, 1^{m}, 75 de course, marchant à 120 tours, alors que le laminoir ne marche qu'à 48 tours au plus (laminoir pour plaques minces) ; plusieurs presses hydrauliques dont une de 6.000 tonnes à 2 compresseurs alternatifs du type Breuer-Schumacher, et 1.724 machines-outils diverses. Dès cette époque (1890) la consommation quotidienne était de 2.735 tonnes de houille et de coke, de 20.000 à 25.000 mètres cubes d'eau, de 15.000 à 50.000 mètres cubes de gaz. Enfin les mouvements inté-

rieurs comportaient 28 locomotives, 1.173 wagons, 31 stations télégraphiques et 136 postes téléphoniques, reliés par 220 kilomètres de fils.

Comme métallurgie, on sait que la grande spécialité de l'usine consiste en acier au creuset, fabriqué en mélangeant de l'acier et du fer puddlés, avec un fondant particulier à base de charbon de bois, dans de petits creusets en terre réfractaire et plombagine d'une contenance de 40 kilos.

Les chiffres qui précèdent donnent une idée de la puissance totale de l'usine, puissance qui, selon les circonstances, se porte principalement soit sur la production d'objets marchands, d'usage courant, tels que rails, essieux, bandages, arbres et bielles pour transmissions, etc., soit sur celle de tôles, plaques de blindage, chaudières, etc., pour la construction de navires, soit enfin sur celle de matériel d'artillerie. En ce qui concerne cette dernière, dont nous signalions l'actualité au début de cet article, qu'il nous soit permis de faire remarquer que l'un des éléments de sa puissance est l'absence complète d'arrêt de travail que lui garantit la clientèle de l'Etat allemand. Alors même que de grandes commandes pour l'étranger ou que de grandes réfections de matériel ne sont pas en cours, la série des remplacements du matériel courant, la série d'études pour l'armement des navires en construction ne permettent ni aux ouvriers de chômer en cette partie, ni aux ingénieurs de s'endormir, ou de s'hypnotiser à la recherche du type introuvable d'une bouche à feu parfaite. Cette obligation d'aboutir à chaque instant, de fournir des produits aussi satisfaisants que le permet l'état actuel des connaissances techniques, ce débouché certain pour le travail des ateliers, tout cela place l'établissement, et comme régime de production matérielle, et comme conditions d'études spéciales, dans la meilleure situation possible. C'est pour ces raisons, jointes à celles tenant à la composition et au recrutement du personnel tant d'ouvriers que d'ingénieurs, question sur laquelle nous allons revenir, que l'usine se trouve à même de parer à toute éventualité, en fournissant un matériel résolvant d'une manière satisfaisante le problème posé, et qui, s'il n'est pas toujours d'une correction absolue au point de vue théorique, s'il ne donne peut-être pas satisfaction à tous les desiderata que les progrès de la science permettraient d'exiger, n'en possèdent pas moins des qualités de solidité, de simplicité et d'efficacité incontestables.

En ce qui concerne le personnel ouvrier, il s'élevait dès 1889 à 21.000, dont près des 2/3 à Essen, les autres répartis dans les établissements accessoires. Leur situation, modeste au point de vue pécuniaire, est, par contre, fortement avantagée par l'organisation d'Essen. Des cités ouvrières aux portes de l'usine reçoivent les familles des travailleurs, tandis que le logement et la nourriture des célibataires sont assurés par l'établissement. Des dispensaires, des secours en cas de maladie, une retraite des 2/3 à 25 ans de service et de l'intégralité à 35 ans, tous les avantages des fournitures coopératives retiennent à la maison Krupp les bons ouvriers, et lui assurent la régularité de la fabrication ainsi que la conservation des secrets ou tours de main d'exécution.

Le personnel technique, recruté soigneusement parmi les hommes les plus capables, et largement rémunéré, constitue pour ces ouvriers un état-major au courant des progrès, et par la nature de son recrutement, à l'abri tant des exagérations théoriques que des routines de l'empirisme. Enfin, le fait de l'unité de direction, puisque le propriétaire actuel, assisté de son conseil technique dit « prokura », règle naturellement les affaires sans avoir à en référer à des commanditaires ou à des assemblées d'actionnaires, permet à la maison de porter tous ses efforts sur une affaire donnée sans en rien ébruiter, sans qu'il y soit opposé le moindre obstacle. C'est ainsi que l'on a pu donner comme probable, et certainement en tout état de choses comme possible, la nouvelle que l'usine offrait d'entreprendre, sans attendre le vote de crédits ni d'allocations quelconques au Reichstag, la fabrication d'un nouveau matériel de campagne pour l'armée allemande, si le gouvernement impérial jugeait urgent d'en prendre l'initiative.

Une puissance industrielle énorme, grâce à des conditions géographiques et à des réunions de mines, d'usines, etc., exceptionnelles, une capacité spéciale de production assurée par un travail continu, par une alimentation permanente de ses ateliers spéciaux, voilà ce qu'aujourd'hui la maison Krupp, à ne voir que la question d'artillerie, peut mettre à la disposition de l'empire allemand. A ses ressources s'ajoutent encore celles du Grusonwerk. Le Grusonwerk, fondé en 1855 par M. Hermann Gruson, près de Magdebourg, fut au début un chantier de construction de bateaux. En 1868, M. Gruson y installa des ateliers de construction de machines, puis des fonderies, et bientôt la fonte Gruson, coulée en coquille, devint la production essentielle de la maison. Les coupoles cuirassées pour les fortifications permanentes, les coupoles légères du major Schuman pour l'artillerie du champ de bataille sont bien connues. A cette production, il convient d'ajouter celle de projectiles, de canons à tir rapide, depuis les plus faibles calibres jusqu'à celui de 15 centimètres. Les établissements Gruson, eux aussi, avaient une notoriété et une clientèle universelle.

Depuis 1893, les deux maisons Krupp et Gruson sont fusionnées pour une période de 25 années. Pendant cette période, les actionnaires de Gruson toucheront 9 % de dividende assuré, la maison Krupp ayant le droit d'acquérir la propriété du Grusonwerk et dépendances pour une somme de 30 millions de francs, et s'obligeant, d'autre part, à racheter l'établissement pour 24 millions, à l'expiration des 25 années, si elle en est requise par les actionnaires.

Les deux usines travaillent ainsi de conserve, l'usine Krupp ayant absorbé toute la production en bouches à feu, affûts, etc., de son associée, qui reste spécialement vouée à la fabrication des projectiles et des cuirassements en fonte.

Cette répartition du travail remplace une concurrence nuisible par une sage association d'efforts. Elle assure l'unité de travail et de production de deux grands établissements, dont M. Frédéric-Alfred Krupp peut ainsi concentrer l'énorme puissance tant pour la réussite de ses entreprises industrielles d'ordres divers que pour l'exécution éventuelle des commandes et la satisfaction rapide des besoins de l'Allemagne et de ses alliés.

Colonel X...

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Von Bohl (V.). — **Appareils et machines pour le Calcul mécanique appliqué à toutes les opérations arithmétiques.** — 1 *vol. in*-8° *de* 244 p. (*Prix : 10 fr.*) *Moscou, Kouchneref*, 1896.

En publiant, en 1894, mes conférences du Conservatoire des Arts et Métiers sur le « Calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques [1] », j'avais soin de remarquer (page 4) que mon exposé, borné aux appareils existant dans les collections du Conservatoire, ne pouvait prétendre à épuiser le sujet. Cet exposé fixait néanmoins une classification des appareils à calculer qui pouvait servir de canevas à une étude d'une plus grande ampleur sur la matière. C'est cette étude que nous donne M. von Bohl, professeur à l'Ecole Militaire Alexandre, de Moscou, dans un livre qu'il vient de faire paraître en langue russe.

Pour toute la partie qui se trouve déjà traitée dans ma brochure, M. von Bohl s'est largement inspiré de celle-ci, ce dont je ne puis que me féliciter. Il complète d'ailleurs avec ampleur certains renseignements que je m'étais contenté de donner sous une forme un peu sommaire, m'attachant avant tout à mettre en évidence les principes généraux auxquels peuvent se rattacher ces divers moyens spéciaux de calculer.

La partie neuve et originale du livre de M. von Bohl comprend la description de quelques appareils arithmétiques, dont la connaissance ne s'était pas répandue et qui n'avaient encore été décrits dans aucun autre ouvrage. Parmi ceux-ci, il convient de citer divers instruments pour l'addition, naguère inventés en Russie, et depuis lors à peu près tombés dans l'oubli. Tel est, par exemple, le compteur de Kummer (*Stshislitel*), qui date de 1847, et qui, fait remarquable, repose sur le même principe que l'arithmographe Troncet, d'invention beaucoup plus récente. Nous avons d'ailleurs déjà eu l'occasion de faire observer qu'en ce domaine, plus qu'en tout autre, les inventeurs arrivent, les uns à l'insu des autres, à imaginer les mêmes artifices. Il faut aussi, pour la multiplication, citer les *bâtons de Iofe*.

Parmi les machines ici décrites, qui, pour la raison rappelée plus haut, avaient été passées sous silence dans mon *Calcul simplifié* ou qui n'y avaient été que simplement mentionnées, il convient de relever celles de Hermann (1722), d'Artzberger (1866), de Bouniakovsky, membre de l'Académie de Saint-Pétersbourg, appelée par lui *Selfcalculator* (*Samostschoty*), de Leiner, de Petetine, les arithmomètres de Muller, de Zelling, d'Edmondson, d'Ohdner, de Scheiz, etc...

Un dernier chapitre donne la description des appareils à résoudre les équations de Weltmann et de Mehmke, ce dernier pouvant d'ailleurs être rattaché aux abaques à points isoplèthes. Il est dommage que l'auteur n'ait pas eu connaissance, avant de faire paraître son livre, de la très curieuse et très belle machine de M. Torres pour la résolution des équations [2].

Elle y avait sa place toute marquée.

Sous cette seule réserve, je pense que l'ouvrage de M. von Bohl doit être le plus complet de ceux qui ont été publiés jusqu'ici sur la matière. Il est à craindre toutefois qu'écrit en russe il ne trouve que peu de lecteurs en dehors de la Russie, ce qu'on ne saurait trop regretter pour un livre documentaire de cette importance. Sur l'intérêt qu'il y a, pour un ouvrage de ce genre, à ce qu'il soit rédigé en français, je renvoie le lecteur à un de mes précédents articles [1].

M. D'OCAGNE,
Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.

[1] Voir la *Revue* du 15 décembre 1894, p. 938.
[2] Voir la *Revue* du 15 août 1896, p. 684.

2° Sciences physiques

Ostwald (Wilhelm), *Professeur de Chimie à l'Université de Leipzig.* — **Elektrochemie. Ihre Geschichte und Lhere.** — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 1156 *pages avec* 260 *fig.* (*Prix : 35 fr.*) *Veit und Comp., éditeurs. Leipzig*, 1896.

Nul n'était mieux désigné pour écrire une histoire de l'Electrochimie que l'éminent professeur de Leipzig qui, tant par ses travaux personnels que par les publications qu'il dirige, a déjà fait faire de si grands progrès à cette branche intéressante de la science.

Il a écrit sur ce sujet un fort gros et fort beau volume. Disons tout de suite que, conformément au titre, il s'agit surtout d'un traité historique, histoire des découvertes et des doctrines; aussi, bien des points, réservés peut-être pour un autre ouvrage, ont-ils été laissés entièrement de côté ou effleurés à peine. On ne trouvera, par exemple, dans le livre de M. Ostwald, aucun renseignement sur les applications industrielles, devenues si importantes, de l'Electrolyse. En revanche, l'auteur donne les détails les plus complets sur les premières recherches effectuées à la fin du siècle dernier et au commencement de celui-ci. Nous assistons ainsi aux expériences de Priestley, de Cavendisch, nous revoyons les travaux de Galvani, nous admirons le génie de Volta en action; et de nombreuses gravures, des portraits, des reproductions d'appareils anciens viennent presque faire illusion : nous revivons avec les maîtres disparus. Il est bien curieux de regarder ainsi en arrière, on peut même parfois tirer de ces études rétrospectives grand profit pour les travaux du présent et même de l'avenir; dans telle ou telle expérience oubliée de Ritter ou de Gautherot, on trouverait le germe d'idées fécondes, que sont venues développer plus tard des recherches plus complètes et plus systématiques.

Après les travaux de Faraday, nous arrivons à la période moderne où dominent les noms de Clausius et d'Helmholtz; l'auteur poursuit le récit des découvertes et nous amène jusqu'à l'exposé de la théorie de la dissociation électrolytique. Dans toute cette partie, qui touche à des expériences récentes, à des théories neuves, il paraît un peu artificiel de conserver le même mode d'exposition, et l'on peut regretter que l'auteur n'ait pas fait une plus grande part à la critique et à la discussion des doctrines.

A ce livre si considérable de M. Ostwald, on n'ose vraiment adresser le reproche de n'être pas encore complet; on ne peut aussi que signaler un peu timidement la tendance de l'auteur à faire à la science allemande la part du lion. Il est vrai qu'en compensation, il a fait parmi les travaux français de curieuses exhumations; c'est ainsi qu'on ne voit pas sans un léger étonnement citer parmi les théoriciens l'empereur Napoléon III, champion habile de la théorie chimique de la pile et auteur à ce sujet, pendant son internement au fort de Ham, d'une lettre, intéressante vraiment, au grand Arago.

Certainement l'ouvrage de M. Ostwald aurait un peu

[1] Voir la *Revue* du 15 juillet 1892, p. 486, col. 2.

gagné à être condensé en certains endroits; mais, tel qu'il se présente, avec ses parties touffues, ses développements inégaux, ses digressions nombreuses, il est d'une lecture attachante, et il restera comme un premier monument élevé à la gloire des savants à qui l'on doit la magnifique moisson que l'on récolte maintenant chaque jour dans le domaine des applications de l'Electricité à la Chimie. LUCIEN POINCARÉ,

Chargé de cours à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

Ferreira da Silva (A.-J.), *Professeur de Chimie organique et analytique à l'Académie Polytechnique de Porto.* — Tratado de Chimica elementar. *Tome I.* Chimica mineral (*2e édition*). — *1 vol. in-8° de 552 pages et 129 figures.* (*Prix : 12 fr.* 50.) *A. da Silva Teixera, éditeur. Porto*, 1896.

Cet ouvrage, dont la première édition date de 1884, a été, pour cette édition nouvelle, complètement remanié pour le plan comme pour les détails. La notation en équivalents y est remplacée par la notation atomique, adoptée universellement aujourd'hui.

Les notions théoriques, d'après lesquelles sont établies le langage et les notations de la Chimie, ont reçu dans les premiers chapitres beaucoup de développement. L'auteur expose avec beaucoup de soin les lois numériques et les conventions d'après lesquelles on fixe le poids moléculaire d'une combinaison, et les poids atomiques des corps simples qui y entrent. Chacune des lois exposées est justifiée par plusieurs exemples, qui permettent au lecteur de saisir d'une façon plus claire et plus concrète le sens des explications théoriques. On a pris soin de rappeler les principes de la notation en équivalents, pour faire mieux apprécier le sens de la notation nouvelle. A côté des poids atomiques des corps simples, on a fait figurer, dans le tableau qui contient ces nombres, l'équivalent autrefois adopté; on a pris soin aussi de rappeler les règles très simples qui permettent de passer de l'ancienne notation à la nouvelle, et réciproquement; cette transformation est nécessaire, en effet, pour la lecture des mémoires publiés dans les périodes précédentes. Peut-être cependant sera-t-il avantageux, dans quelques années, de ne plus exposer la théorie des équivalents, qui n'aura plus qu'un intérêt rétrospectif, et de conserver seulement le double tableau avec des indications sommaires sur la façon d'en faire usage.

La Thermochimie est exposée plus loin. Ici encore des exemples permettent de saisir clairement le sens des principes, notamment en ce qui concerne les cycles et l'avantage que l'on trouve à les employer.

Après le chapitre des généralités, on trouve dans l'ouvrage l'étude des diverses familles de corps simples et de leurs principales combinaisons. L'ordre qui est ici adopté diffère de celui que suivent la plupart des traités de Chimie. Les corps simples sont étudiés tout d'abord : ils sont classés par familles naturelles : il n'est pas question dans ce chapitre de leurs combinaisons. Plus loin, figureront, dans de nouveaux chapitres, les combinaisons hydrogénées : acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, fluorhydrique ; puis l'eau et l'hydrogène sulfuré; puis l'ammoniaque et les hydrogènes phosphoré, arsénié, antimonié, etc. Les combinaisons oxygénées, anhydrides et acides, forment un nouveau chapitre, contenant aussi les combinaisons des divers métalloïdes entre eux. Cet ordre, qui présente l'inconvénient de répartir sur trois chapitres au moins ce qui concerne les combinaisons d'un métalloïde, le soufre ou le phosphore par exemple, offre en revanche l'avantage de faire saisir clairement les analogies et les différences de corps que la théorie classe les uns à côté des autres.

Les métaux répartis par classes d'après leurs valences, puis par familles moins étendues d'après l'analogie de leurs combinaisons, sont étudiés plus loin. Leurs oxydes, puis leurs sels, forment l'objet de chapitres particuliers.

L'ouvrage contient encore, dans un nouveau chapitre, des indications sur les principes de l'analyse minérale par voie humide et par voie sèche ; on y trouve aussi des renseignements sur quelques dosages qui se font au moyen des liqueurs titrées.

Enfin un appendice, qui termine ce volume, contient l'histoire abrégée des corps rares, hélium, etc., dont les commençants n'ont pas à faire l'étude; le lecteur déjà plus informé trouvera sur ces questions des indications brèves, mais substantielles.

LÉON PIGEON,

Chargé de cours à l'Université de Dijon.

3° Sciences naturelles

De Launay (L.), *Ingénieur au corps des Mines, Professeur à l'Ecole supérieure des Mines.* — Les Mines d'or du Transvaal. — *1 vol. in-8° de 540 pages, avec 11 planches et 81 fig.* (*Prix : 15 francs*). *Baudry et Cie, éditeurs, 15, rue des Saints-Pères. Paris*, 1896.

C'est en 1886 que furent découvertes les mines d'or du Witwatersrand, et, dans ces dix années, l'état économique du Transvaal s'est trouvé modifié de fond en comble. Une industrie puissante a pris naissance, vers laquelle les capitaux européens n'ont pas tardé à affluer ; mais le peu de garanties offertes par les fondateurs de ces industries, livrées le plus souvent à une spéculation effrénée, l'ignorance dans laquelle se trouvait le public sur la solidité des diverses affaires et surtout la hausse factice des valeurs déterminèrent à deux reprises des crises financières désastreuses. Si des ouvrages sérieux, parus en Angleterre et en Allemagne, tels que ceux de Goldmann, de Hatch et Chalmers, de Schmeisser, n'étaient venus renseigner le public européen sur l'importance géologique des gisements aurifères du Rand, on aurait pu se demander si les résultats merveilleux dont parlaient les correspondances et les prospectus n'étaient pas un vain mirage duquel auraient été dupes les acheteurs européens. En France, toutefois, aucune étude détaillée n'avait été publiée sur la nature géologique, sur le mode d'exploitation, sur les conditions économiques des mines d'or du Transvaal. Cette lacune vient d'être comblée par la publication d'un beau livre, à la fois substantiel et d'une lecture attrayante, dû à la plume autorisée de M. De Launay. Nul n'était plus qualifié que le savant ingénieur pour nous donner un ouvrage dans lequel le côté géographique, le côté économique et financier, le côté géologique et le côté purement industriel sont développés avec une égale compétence.

Dans une introduction géographique sur le Transvaal, l'auteur décrit, trop brièvement peut-être, l'aspect général du pays, son climat, ses productions, ses moyens d'accès; un chapitre sur l'historique du pays et de l'industrie aurifère, et un chapitre sur l'organisation de l'industrie minière au Transvaal, sur lequel nous reviendrons plus loin, terminent la première partie.

La deuxième partie est consacrée à la géologie. Dépassant son cadre restreint, M. De Launay nous donne d'abord un aperçu général sur la géologie de toute l'Afrique australe, aperçu très bien fait, qui aurait encore gagné en clarté si la petite carte géologique destinée à l'illustrer était plus lisible. L'auteur aborde ensuite l'objet plus particulier de son étude, la géologie du Witwatersrand; il examine successivement l'allure d'ensemble de la série ancienne aurifère (assimilée au dévonien) et de son soubassement de granit et de gneiss, puis les terrains à houille du Karoo, d'âge permien et triasique, formant dans le Rand plusieurs témoins d'une nappe horizontale, primitivement continue, qui recouvrait en discordance les couches primaires plissées. On sait qu'au Transvaal l'or ne se trouve pas, comme dans la plupart des autres gisements aurifères, dans des filons de quartz ou dans des alluvions (*placers*) résultant du remaniement de ces

filons par les eaux, mais qu'il existe à l'état très divisé dans le ciment pyriteux de conglomérats d'une grande continuité, dans lesquels les couches riches ont reçu, très improprement du reste, le nom de *reefs*. La série aurifère du Witwatersrand affecte une disposition générale en cuvette synclinale, dans laquelle les bandes d'affleurements sont orientées du sud-ouest au nord-est; c'est sur le bord septentrional de la cuvette que porte surtout l'exploitation. Les principaux bancs de conglomérat aurifère se succèdent, du nord au sud, dans l'ordre suivant : le Rietfontein Reef, le Main Reef, banc épais, négligé jusqu'à ces derniers temps à cause de sa faible teneur; le Main Reef Leader et le South Reef, tous deux plus minces et plus riches, constituant le fond principal des exploitations; puis le Kimberley Reef et le Black Reef. Comme sur le bord nord de la cuvette les couches plongent vers le sud, les concessions établies sur les lignes d'affleurement des couches aurifères exploitent les reefs au moyen de puits inclinés; mais, comme vers le centre de la cuvette les couches tendent à devenir horizontales et se trouvent à une certaine distance de la surface, on est obligé d'atteindre les reefs au moyen de puits verticaux, les concessions ou *claims* sont alors dites claims de *deep level*.

Un chapitre spécial est consacré à l'étude détaillée des différents reefs aurifères, aux variations de leur structure et de leur teneur, à leurs caractères d'une extrémité à l'autre du Rand. On trouvera dans ce chapitre des renseignements précis sur l'emplacement, l'étendue et la richesse des différentes concessions; mais l'étude détaillée des reefs, à laquelle s'est livré M. De Launay, présente, outre un grand intérêt industriel, une certaine valeur pour la géologie générale : il est rare, en effet, que des travaux de mines aussi étendus donnent la possibilité d'étudier les modifications d'une série sédimentaire ancienne sur d'aussi longues distances, aussi bien en direction qu'en inclinaison. D'autre part, l'auteur donne une description pétrographique très minutieuse des échantillons empruntés aux différents reefs, qui pourra rendre de grands services sur le terrain aux géologues ou aux ingénieurs qui auraient à faire des recherches dans le Rand.

La partie géologique du volume se termine par des considérations sur l'origine et le mode de formation des dépôts aurifères du Witwatersrand. Après avoir rejeté d'emblée la théorie insoutenable d'après laquelle les conglomérats du Rand ne seraient autre chose que des placers anciens, formés au détriment de filons de quartz aurifère, l'auteur discute deux autres hypothèses : l'une, qui lui paraît la plus vraisemblable, d'après laquelle la précipitation de l'or serait contemporaine du dépôt des conglomérats, l'autre, qui admet une imprégnation pyriteuse et aurifère postérieure à ce dépôt.

Dans la troisième partie, l'auteur étudie les méthodes d'exploitation des mines et le traitement métallurgique. On sait qu'après triage, concassage et broyage, on procède à une amalgamation, qui permet d'extraire du minerai, après distillation, à peu près tout l'or libre. Quant aux résidus de ce traitement, qu'une opération mécanique permet de séparer en concentrés, en résidus sableux (*tailings*) et en *slimes*, on les soumettait autrefois à la chloruration; mais ce procédé tend de plus en plus à être remplacé par la cyanuration, qui consiste à dissoudre l'or dans le cyanure de potassium et à le précipiter, soit par le zinc, soit par l'électrolyse. De nombreuses figures, intercalées dans le texte, permettent au lecteur de se rendre compte de l'installation des appareils employés dans ces diverses opérations. A cette troisième partie est jointe une étude détaillée du prix de revient d'une exploitation (le prix de revient d'une tonne métrique d'or est, en moyenne, de 32 à 35 francs) et un chapitre sur la vente et le commerce de l'or.

Il nous reste à dire quelques mots du côté économique, auquel M. De Launay a réservé dans son ouvrage une part capitale; il lui consacre deux des plus importants chapitres : l'un intitulé « L'organisation de l'industrie minière au Transvaal » est placé avant la partie géologique, tandis que l'autre, renfermant les conclusions, est placé à la fin du volume et porte le titre « Le présent et l'avenir du Witwatersrand ». Cette disjonction de deux chapitres qui, logiquement, nous auraient semblé devoir s'enchaîner, n'est pas sans nuire légèrement à l'ordonnance du livre.

Après nous avoir donné de très intéressants détails sur le régime légal auquel sont soumises, dans la République Sud-Africaine, les exploitations minières, sur les habitants du pays, blancs indigènes (*Boërs*) et étrangers (*Uitlanders*), sur le monde financier de Johannesburg, sur la main-d'œuvre nègre, l'auteur nous fait assister, par quelques exemples, à la constitution et au mode de formation des Sociétés minières; il nous montre comment les claims, rectangles de 4m,10 sur 125m,60 de côté, achetés d'abord isolément par un groupe financier, sont vendus, échangés, groupés avec d'autres claims en territoires, qui, à leur tour, seront morcelés, échangés, vendus, groupés à nouveau, si bien que les propriétés d'une même Société sont dans un état de devenir perpétuel, et que l'actionnaire ne peut à aucun moment se rendre compte de la valeur réelle de sa propriété. Les compagnies minières du Rand sont complètement entre les mains des syndicats de Johannesburg; malgré l'éparpillement extrême des claims et le nombre des sociétés constituées, ces groupes financiers sont en petit nombre et agissent souvent de concert; cependant il y a lieu de s'étonner qu'aucun travail de reconnaissance portant sur l'ensemble du Rand, en dehors des surfaces actuellement concédées, n'ait été entrepris par leur initiative. Une singulière inexpérience caractérise, dans la plupart des cas, les débuts des exploitations; ce n'est que lentement que les exploitants arrivent à abandonner leur routine, à perfectionner leur outillage, à réduire leurs frais généraux; beaucoup d'entreprises se sont trouvées au-dessous de leur tâche et ont sombré dès la première grande crise financière qu'ont traversée les mines d'or du Transvaal; si, malgré la baisse énorme des cours en 1890, plusieurs compagnies purent traverser cette période critique et continuer à distribuer des dividendes importants, elles doivent leur réussite à une réunion de circonstances particulièrement heureuses qu'il nous reste à énumérer, d'après le livre de M. De Launay : les gisements aurifères du Transvaal possèdent une régularité que l'on ne rencontre dans aucun gisement filonien, de sorte que le minerai s'est trouvé aussi abondant en profondeur qu'à la surface; la diminution de l'inclinaison des couches en profondeur a permis l'exploitation des deep-levels; la découverte de la houille dans la région même du Rand a réduit considérablement les frais du traitement métallurgique du minerai; enfin, la découverte du procédé de cyanuration, arrivant juste au moment opportun, est venue rendre possible l'extraction de l'or des résidus et des minerais à faible teneur. Toutes ces circonstances sont de nature à reculer l'épuisement des gisements dans un avenir relativement lointain, et sinon à augmenter toujours le rendement, du moins à diminuer les prix de revient du métal précieux; elles permettent d'examiner avec confiance l'avenir du district aurifère du Witwatersrand.

Emile Haug,
Chef des travaux pratiques de Géologie
à la Faculté des Sciences de Paris.

4° Sciences médicales

Letulle (Dr M.) *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, Médecin de l'Hôpital Saint-Antoine.* — Anatomie pathologique. Cœur. Vaisseaux. Poumons. — 1 *vol. gr. in-8° de* 450 *pages avec* 102 *fig. noires et en couleurs.* (*Prix : 22 fr.*) *G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris*, 1897.

Pour faire suite à son livre sur l'*Inflammation*, publié en 1893, M. Letulle fait paraître un ensemble d'études

anatomo-pathologiques sur le cœur, les vaisseaux et les poumons. Comme l'expose l'auteur, la révolution pastorienne a profondément modifié la science médicale contemporaine, et la pathologie subit, de ce fait, des remaniements importants. Certaines de nos conceptions relatives à l'anatomie pathologique générale se sont modifiées, notamment celles concernant l'inflammation, et M. Letulle devait légitimement exposer avant tout ses idées sur ce sujet. On sait l'intérêt profond qui s'attache à ce livre, mais ce n'est pas tout : les mêmes modifications se retrouvent dans nos façons d'envisager certaines lésions des organes et des tissus. C'est ce dont on se rendra facilement compte en lisant le nouvel ouvrage de M. Letulle. Aussi ces deux livres se complètent-ils mutuellement; il suffira d'en connaître un pour prévoir l'intérêt et le plaisir que procurera la lecture de l'autre.

Nous louerons tout d'abord M. Letulle d'avoir fait précéder ses chapitres d'anatomie pathologique, d'une étude soignée de l'anatomie et de la physiologie normales de l'organe. La méthode est bonne et pratique, qui consiste à faire connaître tout d'abord l'organe sain, à y découvrir ensuite la lésion pour l'étudier enfin, grâce aux différents procédés de technique qui sont à notre disposition. C'est cette méthode qu'a suivie M. Letulle, n'oubliant pas qu'il a charge d'âmes et qu'il doit enseigner l'anatomie pathologique et la faire aimer aux élèves.

Bien qu'il s'en défende, M. Letulle a fait de son étude anatomo-pathologique du cœur un ouvrage à la fois didactique et original. Nous y trouvons exposées, dans tous leurs détails, les notions relatives aux altérations de l'endocarde et du péricarde. Celles-ci se sont considérablement enrichies par le fait des découvertes pastoriennes, et la conception nouvelle des maladies infectieuses règle presque entièrement leur pathologie. Il n'en est pas tout à fait de même du myocarde. Si la myocardite aiguë reconnaît souvent comme cause l'infection, la myocardite chronique et la sclérose cardiaque cachent plus leur origine, et l'anatomo-pathologiste a les plus grandes peines à en découvrir l'étiologie, comme à en tracer l'évolution anatomique. Une fois mises à part les lésions qui ressortissent nettement à une altération vasculaire, les dégénérescences qui sont le reliquat de toxi-infections anciennes ou récentes et dont M. Letulle exclut avec raison la dégénérescence graisseuse, il reste encore un groupe important de scléroses cardiaques dont la pathogénie nous échappe en partie. Doit-on les rattacher encore, avec H. Martin, Zugler, à des troubles de la nutrition myocardique? Faut-il plutôt admettre une action directe des poisons sclérogènes sur le tissu conjonctif, comme le fait Brault, ou sur la cellule myocardique même, avec Nicolle? M. Letulle adopte sur ce point l'opinon la moins précise peut-être, mais la plus compréhensive. Les idées de H. Martin, de Zugler sont à coup sûr trop exclusives; la dystrophie et l'ischémie n'expliquent pas toutes les scléroses cardiaques; la conception de Nicolle, si plaisante tout d'abord, car elle subordonne la sclérose à l'altération du tissu noble, c'est-à-dire à l'altération de la cellule myocardique, ne trouve pas grâce devant M. Letulle, malgré le grand talent de son auteur. L'état réticulaire pur, les foyers de désintégration granulo-fragmentaires, premières assises de la théorie de Nicolle, n'ont pas été retrouvés par lui. Aussi M. Letulle admet-il en conclusion que la systématisation des scléroses cardiaques est impossible à concevoir; comme la cellule myocardique, comme les rameaux, le tissu interstitiel peut être primitivement touché par la sclérose.

La lésion une fois amorcée, les tissus de voisinage réagissent à leur façon, mais non toujours d'une manière identique et, en fin de compte, « il me paraît dorénavant établi, dit M. Letulle, que les différents départements du myocarde conservent jusqu'à la fin leur individualité et leur indépendance anatomiques aussi bien que pathologiques ».

La pathologie des vaisseaux, depuis nos connaissances nouvelles sur les maladies infectieuses, s'est ouverte plus largement à nous. L'arthrite et la phlébite aiguës, de nature infectieuse, sont partout admises et étudiées; l'anatomo-pathologiste et le bactériologiste ont mis, de concert, en pleine lumière, la cause microbienne ou toxique de la lésion vasculaire, et les modalités anatomiques de cette dernière. M. Letulle fait de cette étude un chapitre magistral et si, sur ce sujet, nous avons pu personnellement apporter quelque contribution nouvelle, nous en sommes récompensé au delà du possible, en la voyant prendre droit de cité dans la science, sous la parole si autorisée de notre maître.

L'anatomie normale et la physiologie sont plus que jamais nécessaires à une conception exacte des lésions de l'appareil broncho-pulmonaire. Aussi les trouvons-nous très clairement décrites au début de la troisième partie du livre de M. Letulle. Certains sujets qui semblent avoir depuis longtemps plus spécialement intéressé l'auteur, sont traités par lui avec très grand talent, tel, le chapitre concernant les pneumonies chroniques. Nous attirerons encore l'attention sur les pages consacrées à la broncho-pneumonie et à la tuberculose. On verra comment la bactériologie, sans détruire nos connaissances relatives à l'anatomie pathologique de ces maladies, ou renverser l'édifice si péniblement élevé par nos prédécesseurs, a animé l'étude déjà ancienne de leurs lésions et explique la raison d'être de leur évolution. La multiplicité des lésions de la broncho-pneumonie n'est qu'apparente, si l'on sait les mettre chacune en leur place. Les agents pathogènes qui peuvent donner naissance à l'affection sont différents; mais, lorsque le poumon est atteint dans ses branches les plus ténues, la réaction inflammatoire qui ne manque guère d'envahir le lobule pulmonaire et qui constitue la broncho-pneumonie, obéit à une sorte de loi pathologique réglée par l'anatomie normale de l'organe. Autour de cette lésion primordiale, d'autres altérations d'ordre mécanique, ou bien des infections secondaires, se surajoutent qui modifient les types anatomiques et cliniques de la maladie, sans en changer l'aspect fondamental. C'est ce que l'anatomie pathologique avait fait entrevoir, et que la bactériologie a confirmé.

La chose est plus frappante encore en ce qui concerne la tuberculose pulmonaire. Toujours semblable à elle-même dans sa cause originelle infectieuse, elle affecte les formes anatomiques et cliniques les plus diverses dans son évolution. Les erreurs que cette diversité même a provoquées sont aujourd'hui du domaine de l'histoire. Elles étaient relevées déjà par les anatomo-pathologistes, par l'étude plus attentive des lésions, avant même que leur raison d'être et leur filiation pussent être exactement établies. La connaissance de l'agent pathogène de la tuberculose, ce fait, aujourd'hui connu, qu'à la diversité de son lieu primitif d'implantation sur l'arbre broncho-pulmonaire, correspondent des formes anatomiques différentes, le mode particulier de réaction propre aux tissus atteints et à l'organisme affecté, font vivre et évoluer sous nos yeux des lésions que l'on voyait bien déjà, mais que l'on ne comprenait pas. L'Anatomie pathologique va s'appuyer plus que jamais sur l'Anatomie normale, la Physiologie et la Bactériologie expérimentales. On ne peut la concevoir sans l'aide de ces sciences, pas plus que celles-ci ne peuvent être conçues sans elle. Dans l'édifice des sciences médicales, elle est une assise nécessaire. Aussi aura-t-elle toujours besoin, sans les rencontrer souvent, de maîtres comme M. le Dr Letulle pour la faire comprendre et aimer.

Dr A. Vaquez,
Médecin des Hôpitaux.

Buguet (Abel), *Professeur de Physique biologique à l'École de Médecine de Rouen.* — Technique Médicale des Rayons X. — 1 *vol. in*-16 *de* 130 *pages avec fig.* (*Prix : 2 fr.*) *Société d'Éditions scientifiques. Paris*, 1897.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 11 Janvier 1897.

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de **M. B.-A. Gould**, Correspondant de la Section d'Astronomie. — M. **Lœwy** lit une notice sur l'œuvre scientifique du défunt. — La Section de Zoologie présente les candidats suivants pour la place laissée vacante par le décès de M. Sappey : en première ligne, M. H. Filhol et M. L. Vaillant; en seconde ligne, M. J. Chatin, M. Dareste, M. Mathias Duval et M. Giard.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Rayet** communique les observations faites, avec MM. L. Picard et F. Courty, au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux, sur la comète périodique de Brookes (1889, *v* — 1896, *c*), les comètes de Giacobini (1896, *d*), Brooks-Spéra (1896, *e*), Perrine (1896, *f*) et Perrine (1896, *g*). — M. **G. Bigourdan** continue la description des nébuleuses nouvelles découvertes par lui à l'Observatoire de Paris. — M. **D. Eginitis** a observé à Athènes, le 12 décembre 1896, une pluie météorique assez abondante dans la constellation d'Orion. — M. **J. Perchot** indique une méthode qui donne la valeur exacte, et non approximative, de Q dans l'équation de Gauss pour la détermination des orbites des petites planètes. — M. **Delauney** indique quelques relations simples qui existent entre les distances des planètes au Soleil. — M. **A.-J. Stodolkiewitz** adresse une note sur les équations différentielles totales d'ordre 2nd à plusieurs variables indépendantes.

2° Sciences physiques. — M. **H. Pellat** discute une note précédente de M. Delsol, relative à une machine thermique à dissolution ammoniacale, qui pourrait avoir un rendement supérieur à $\frac{t-t'}{t}$, ce qui est en contradiction avec le principe de Carnot. M. Pellat montre que certaines hypothèses de M. Delsol ne sont pas justifiées, et que ses conclusions sont erronées. Le principe de Carnot subsiste donc entièrement. — M. **R. Demerliac** a étudié la variation de la température de fusion de la paratoluidine et de la naphtylamine α avec la pression. La formule de Clapeyron est rigoureusement justifiée; la variation de température peut être représentée par une courbe hyperbolique et cette variation tend vers une limite finie quand la pression augmente indéfiniment. — M. **Th. Moureaux** donne la valeur des éléments magnétiques au 1er Janvier 1897, tels qu'ils ont été déterminés aux Observatoires du Parc-Saint-Maur, de Perpignan et de Nice. — MM. **G. Besançon** et **E. Aimé** adressent une note relative à un projet de traversée aérienne de l'Europe centrale. — M. **O. Julien** adresse un mémoire sur la raréfaction de l'air dans les ballons. — M. **Marius Otto** a déterminé la densité de l'ozone par un nouveau procédé, qui consiste à déterminer le poids d'un ballon plein d'oxygène pur, puis plein d'oxygène ozoné et à déterminer la quantité d'ozone contenue dans le ballon. Aux erreurs d'expériences près, l'auteur a trouvé que la densité de l'ozone est exactement égale à une fois et demie celle de l'oxygène, soit 1,6584. — M. **A. Colson**, ayant fait agir de l'acide chlorhydrique gazeux sur du sulfate de plomb, a constaté que l'acide chlorhydrique déplace en partie l'acide sulfurique qui devient libre. D'autre part, l'acide sulfurique n'attaque pas le chlorure de plomb placé dans une atmosphère d'acide chlorhydrique vers 15°. — M. **Paul Lemoult** rectifie certaines données indiquées dans une communication précédente sur les chaleurs de formation et de polymérisation de quelques composés cyaniques. — M. **J. Minguin** a constaté que les succinates de camphols $\overset{+}{\alpha}$ et $\overset{-}{\alpha}$ sont dimorphes; ils cristallisent tous deux en rhomboèdres et en prismes orthorhombiques. Un mélange de succinates de camphols $\overset{+}{\alpha}$ ou $\overset{-}{\alpha}$ et de succinates d'isocamphols $\overset{+}{\beta}$ ou $\overset{-}{\beta}$ cristallise toujours en tables hexagonales; jamais il ne se forme de prismes orthorhombiques. — M. **E. Blaise**, en chauffant la méthyl-2-pentanolide avec le cyanure de potassium pour obtenir le nitrite de l'acide diméthyl-2.2-pentanedioïque (suivant la méthode Wislicenus), a constaté qu'il se produisait une transposition moléculaire, qui donne lieu à la formation d'acide isopropylsuccinique. Toutefois, cette transposition n'est pas générale; elle n'a lieu que lorsque l'atome de carbone qui porte la fonction olidique ne possède plus d'hydrogène. — M. **J. Cavalier** a préparé le phosphate triallylique en faisant réagir le phosphate triargentique sur l'iodure d'allyle; le corps obtenu, chauffé à l'ébullition avec de la baryte, se décompose et donne du diallylphosphate de baryum, d'où on peut retirer l'acide diallylphosphorique. Les diallysphosphates anhydres, chauffés à 200°, se décomposent en donnant l'éther triallylphosphorique et un monoallylphosphate métallique. — M. **P. Petit** a cultivé des levures hautes et des levures basses dans des liquides contenant des proportions connues d'azote amidé et d'azote ammoniacal. Il a constaté que la levure haute consomme plus du double d'azote amidé que la levure basse et au contraire beaucoup moins d'azote ammoniacal; la consommation d'azote total est à peu la même pour les deux levures. — M. **Armand Gautier** présente ses « Leçons de Chimie biologique normale et pathologique ». — MM. **Aimé Girard** et **E. Fleurent** annoncent qu'ils ont entrepris des recherches sur la composition des blés français et étrangers dont ils donneront prochainement les résultats.

3° Sciences naturelles. — MM. **A. Dastre** et **R. Floresco** ont étudié les conditions de la coagulation du sang; trois étaient connues jusqu'à présent : 1° la présence de fibrinogène, qui se change en fibrine; 2° la présence de sels solubles de chaux; 3° la présence de fibrin-ferment. Or, le plasma de peptone, qui répond à ces trois conditions, ne se coagule pas; ce n'est que lorsqu'on le neutralise par un acide, qu'il se forme un caillot. Il résulte de là une quatrième condition de coagulation : un équilibre salin déterminé, dont la neutralité est l'expression. — On sait qu'il y a dans le cœur une phase réfractaire, période pendant laquelle le cœur ne répond pas à l'excitation électrique. MM. **André Broca** et **Charles Richet** ont constaté, chez le chien choréique puis chez le chien normal, que cette phase réfractaire existe, plus prolongée encore, dans les centres nerveux soumis à des excitations rythmiques. — M. **P. Carles** adresse un mémoire sur l'hygiène alimentaire (vin rouge et vin blanc). — M. **A. Malaquin** résume ainsi l'évolution des Monstrillides : 1° pénétration de l'embryon dans l'hôte à un stade voisin de *blastula*; 2° son adaptation au parasitisme; 3° développement normal des organes et des appendices de la vie pélagique. Le parasitisme est donc, pour le Monstrillide, un moyen d'accomplir son évolution. — M. **Ch. Janet** a cherché à élucider la nature du parasitisme des Acariens myrmécophiles sur les Fourmis en étudiant les rapports du *Discopoma comata* Berlese avec le *Lasius mixtus* Nylander; l'acarien se fixe sur un des anneaux de la fourmi et, au moyen de ses chélicères, produit, dans la membrane de son hôte, de petites ouver-

tures par lesquelles il suce son sang. — M. P. Viala a étudié le développement du *Charrinia diplodiella*, cause du Rot blanc de la vigne, et a observé le cycle complet de la reproduction (pycnides, conidiophores, spermogonies, périthèces). — M. Maurice Lugeon, après l'étude de la topographie du canton de Vaud, croit pouvoir émettre l'hypothèse suivante : Immédiatement après le soulèvement alpin, le Rhône s'écoulait par la vallée d'Attalens, suivait le cours actuel de la Broye et se rendait ainsi, par le lac de Morat, dans le bassin du Rhin; la Drance était tributaire du même fleuve, mais s'écoulait par le lac de Neuchâtel. L'affaissement des Alpes à la fin du Pliocène donna lieu à la formation de la vallée du Léman qui captura le Rhône et la Drance.

Séance du 18 Janvier 1897.

M. H. Filhol est élu membre de la Section d'Anatomie et de Zoologie, en remplacement de M. Sappey, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. G. Bigourdan adresse la suite de la liste des nébuleuses nouvelles découvertes à l'Observatoire de Paris. — M. F. Rossard communique ses observations de la comète Perrine (1896, Déc. 8) faites à l'Observatoire de Toulouse (équatorial Brunner de $0^m,25$). — M. P. Painlevé étudie les intégrales premières des systèmes différentiels et démontre plusieurs propositions qui s'appliquent utilement aux équations de la Dynamique. — M. L. Autonne donne une méthode générale de détermination des pôles des fonctions uniformes à plusieurs variables indépendantes. — On sait qu'une série $\Sigma a_n z^n$, dont les coefficients sont arbitraires, a pour coupure son cercle de convergence (Borel). M. Eug. Fabry montre comment ce théorème se déduit très simplement des méthodes qu'il a indiquées pour la recherche des points singuliers. — M. Le Roux montre, par une application à l'équation des télégraphistes, l'utilité pratique de la considération des intégrales principales des équations aux dérivées partielles du second ordre. — M. J. Romanet adresse un projet d'utilisation des vagues comme force motrice.

2° Sciences physiques. — M. G. Lippmann indique une nouvelle méthode pour comparer les durées d'oscillation de deux pendules réglés sensiblement à la même période. On photographie à diverses reprises les deux pendules à la lueur de l'étincelle de décharge d'une bouteille de Leyde qui est instantanée; les clichés développés et mesurés micrométriquement donneront le rapport des durées d'oscillation. Dans ce cas, la méthode des coïncidences eût été d'une application très difficile. — M. L. Benoist a étudié la loi de transparence des gaz pour les rayons X et a trouvé, en opérant sur l'acide sulfureux, le chlorure de méthyle et l'air, que l'absorption est proportionnelle à la densité du gaz employé. — M. A. Coret adresse le projet d'un instrument destiné à apprécier les mouvements d'ascension ou de descente des aérostats. — M. M. Berthelot étudie les rapports entre les chaleurs spécifiques des gaz élémentaires et leur constitution atomique. Il distingue 4 groupes : un premier groupe, qui comprend l'hélium, l'argon, le mercure gazeux, est formé de gaz à molécules monoatomiques; leur chaleur spécifique à volume constant peut être représentée par 3,0; un second groupe, formé par l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, comprend des gaz constitués par des molécules de deux atomes, non dissociables aux températures obtenues jusqu'à présent; leur chaleur spécifique est 4,8; un troisième groupe, celui des éléments halogènes, comprend également des gaz diatomiques, de chaleur spécifique égale à 6,6, mais dont on est parvenu à scinder les molécules au-dessus de 1.500°; enfin un quatrième groupe, contenant le phosphore et l'arsenic, gaz tétraatomiques, a une chaleur spécifique de 11,4. On remarqua que les chaleurs spécifiques citées sont à peu près dans le rapport de 1 : 2 : 4. — M. M. Berthelot a cherché à combiner l'hélium dans les circonstances où il a réalisé la combinaison de l'argon. Soumis à l'effluve électrique, l'hélium ne donne rien en présence du mercure seul; en présence de la benzine ou du sulfure de carbone, il se combine en partie pour former un composé volatil dissocié qui contient de l'hélium, du mercure, et les éléments de la benzine ou du sulfure de carbone. L'hélium se comporte donc comme l'argon. — M. Lecoq de Boisbaudran considère la marche des différences de poids atomique qui s'observent entre les membres des couples d'éléments d'atomicités dominantes paires-impaires, à mesure qu'on passe d'un niveau à l'autre de son Tableau. — Lorsque deux corps dissous réagissent l'un sur l'autre pour donner un produit également dissous, la vitesse de la réaction peut être donnée par la formule :

$$\frac{dx}{dt} = K(A - x).$$

si l'on néglige l'influence tant de la dilution que du produit de la réaction. M. G. Viard, en étudiant la vitesse de réduction de l'acide chromique par l'acide sulfureux, a montré que si l'on tient compte de tout le phénomène, la réaction s'exprime sensiblement par la formule :

$$\frac{dx}{dt} = K(A - x)^4.$$

M. A. Besson étudie l'action des hydrogènes sulfuré et sélénié sur le chlorure de phosphoryle. H^2S se dissout à froid dans $POCl^3$ et donne d'abord un précipité amorphe qui cristallise ensuite lentement en petites aiguilles; c'est un oxysulfure $P^2O^2S^3$. A 100° et en vase clos, le produit de la réaction est un oxychlorosulfure $P^2O^2SCl^4$. H^2Se sec ne réagit qu'à chaud sur $POCl^3$ et donne du pentaséléniure de phosphore P^2Se^5. — M. P. Cazeneuve a préparé les sels de potassium, d'ammonium, de baryum et de calcium de l'orthocrésol dinitré, puis l'orthocrésol amidonitré, l'orthocrésol diamidé et l'éther acétique de l'orthocrésol dinitré. — M. E. Bouveault a fait réagir le pseudocumène sur le chlorure d'éthyloxalyle en présence du chlorure d'aluminium, et a obtenu le pseudocumylglyoxylate d'éthyle; avec le mésitylène, il a obtenu le mésitylglyoxylate d'éthyle; il n'a pu obtenir d'éther diglyoxylique. — M. Balland a constaté que la proportion d'azote des blés du Nord a beaucoup baissé de 1854 à nos jours; il est vrai que le rendement par hectare a beaucoup augmenté. Le fait doit peut-être se rattacher à un appauvrissement du sol en azote, malgré les fumures azotées qu'on y a répandues.

3° Sciences naturelles. — MM. Potain et Serbanesco présentent des radiographies des extrémités, recueillies chez des sujets affectés de goutte ou de rhumatisme chronique. L'urate de chaux étant beaucoup plus transparent que le phosphate, les points où le premier s'est substitué au second sont représentés par des taches plus claires sur la radiographie; celle-ci est donc appelée à aider le diagnostic dans les cas où il y aura doute entre la goutte et le rhumatisme chronique osseux. — MM. J. L. Prévost et C. Radzikowski montrent que le tonus vasculaire et la contraction des petits vaisseaux sont une des causes les plus importantes du passage du sang du système veineux dans l'oreillette droite. En effet, si l'on provoque par l'électrisation, la paralysie du cœur, il paraît flasque et vide; mais si l'on électrise la moelle dans sa région cervicale, ce qui a pour effet de rétablir le tonus musculaire, le cœur se dilate et se remplit de sang. — M. C. Gerber a déterminé l'influence de la température et de l'aliment sur le quotient respiratoire des moisissures; elle est la même que pour les fruits. Louis Bauret.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 5 Janvier 1897.

M. E. Hervieux, président sortant, fait l'exposé des travaux de l'Académie pendant l'année 1896. — MM. Demosthen (de Bucharest) et Jacques Reverdin (de Genève) sont élus correspondants étrangers dans la division de Chirurgie. — M. Laveran fait un rapport

sur un travail du Dr J.-J. Matignon, relatif à une maladie nouvelle, l'atriplicite, due à l'ingestion de jeunes pousses d'arroche. Elle est caractérisée par un œdème douloureux des mains, de l'avant-bras et de la face, puis par des ecchymoses qui se produisent sur les parties œdématiées. L'étiologie de la maladie est encore douteuse; il est probable qu'il ne s'agit pas d'une intoxication par l'arroche, mais simplement d'accidents locaux dus aux arachnides parasites de cette plante. — M. le Dr Auffret lit un mémoire sur les lésions du rachis. — M. le Dr Tuffier relate un cas d'extirpation totale de la vessie pour tumeur diffuse de cet organe.

Séance du 12 Janvier 1897.

M. Guignard est élu membre titulaire dans la Section de Pharmacie. — M. R. Blanchard signale de nouvelles observations du *Dracunea Madagascariensis*. Cet helminthe est un parasite normal des Mammifères et des Oiseaux, qui peuvent le transmettre à l'homme. Il vit dans toute la zone tropicale ; il a été signalé à Mayotte, à Maurice, à Bankok, à Ceylan, aux Indes néerlandaises et, plus récemment, à la Guyane, où Daniels l'a décrit sous le nom de *Taenia demerasiensis*. Il semble être propagé par les blattes qui infestent les navires et les ports de mer. — M. le Dr H. Napias lit un mémoire sur les dispositions légales prises dans les différents pays de l'Europe, au point de vue de l'hygiène des enfants et des femmes travaillant dans l'industrie.

Séance du 19 Janvier 1897.

M. Delorme est élu membre titulaire dans la Section de Pathologie chirurgicale. — M. Ch. Perier fait un rapport sur un mémoire du Dr Mouchet (de Sens), relatif à un cas d'ovariotomie double. Il s'agissait d'une jeune femme, enceinte de trois mois et se plaignant de douleurs du ventre. Un kyste intra-pelvien fut diagnostiqué. La laparotomie montra un kyste de l'ovaire droit, qui fut enlevé ainsi que l'ovaire gauche, également malade. La malade guérit et la grossesse suivit son cours régulier; l'accouchement eut lieu à terme et l'enfant vint vivant et bien portant. — MM. A. Pinard et P. Segond rapportent l'observation d'une femme enceinte ayant un rétrécissement extrême du bassin. On laissa la grossesse arriver à terme et on pratiqua la gastro-hystérotomie suivie de l'hystérectomie totale. Les suites furent bonnes pour la mère et l'enfant. — M. Péan relate le cas d'un malade atteint de névromes généralisés et de polyorchidie. L'ablation des névromes du bras nécessita la résection d'une grande partie des nerfs médian et cubital; ce bras perdit ses fonctions motrices et sensitives, mais elles se rétablirent spontanément au bout d'un certain temps. — M. Péan cite un cas de polysalpinx observé chez une malade à laquelle il avait enlevé l'utérus pour fibromes. — M. P. Mégnin signale des cas très fréquents de maladies nerveuses chez le chien, qui présentent des symptômes de la rage. — M. Weber appuie les conclusions de M. Mégnin. Beaucoup de chiens, dits enragés, sont simplement atteints de crises nerveuses qui guérissent rapidement. Tout chien qui a mordu devrait, au lieu d'être tué, être mis en observation pour voir s'il a véritablement la rage ou simplement un accès nerveux passager. — M. le Dr Chipault lit un mémoire sur le traitement de certaines névralgies rebelles par la résection intradurale des racines postérieures et il présente un malade guéri par ce procédé depuis deux ans et demi. — Le même auteur lit ensuite un mémoire sur le traitement des gibbosités de diverses origines par les ligatures apophysaires et présente deux opérés guéris depuis trois ans et demi.

Séance du 26 Janvier 1897.

M. Farabeuf est élu membre titulaire dans la Section d'Anatomie et Physiologie. — M. A. Proust fait l'historique des épidémies de peste de Hong-Kong en 1894 et de Bombay en 1896. L'épidémie de Bombay menace actuellement l'Europe, où elle peut se répandre par deux voies : la voie de terre (Turkestan, Afghanistan, Perse) et la voie maritime (mer Rouge, canal de Suez et ports de la Méditerranée). Le pèlerinage des Musulmans de l'Inde à La Mecque, qui a été autorisé par le gouvernement anglais, est un danger menaçant. Il serait nécessaire d'établir une surveillance sanitaire dans le Golfe Persique et dans la Mer Rouge, ce qui est impossible, les résolutions de la Conférence internationale de Paris en 1894 n'ayant pas été ratifiées par toutes les puissances. En attendant, le gouvernement français a interdit le pèlerinage de La Mecque à ses sujets musulmans d'Algérie et de Tunisie. D'autre part, l'application du règlement de police sanitaire maritime de 1896 donne toute garantie pour la défense du territoire français. — M. E. Roux communique les essais de traitement de la peste bubonique par le sérum antipesteux du Dr Yersin. M. Yersin, après avoir découvert le bacille de la peste, injecta de petites doses de culture du bacille à des chevaux, qui s'y accoutumèrent peu à peu et qui fournirent ensuite un sérum, à la fois préventif et curatif. Ce sérum, après avoir été essayé sur des souris et des cobayes, a servi à traiter des pestiférés en Chine. M. Yersin a obtenu 25 guérisons sur 27 cas traités. — MM. Mairet et Vires ont recherché les caractères qui permettent au médecin-légiste de distinguer entre l'épilepsie vraie et l'épilepsie simulée. Pour l'attaque, l'épilepsie vraie est caractérisée par les modifications des échanges organiques, de la toxicité urinaire et de la marche générale de la température ; pour la névrose, en dehors de toute attaque, un stigmate permanent est l'hypotoxicité urinaire, qu'il s'agisse d'épilepsie convulsive ou d'épilepsie larvée. — M. le Dr Blanquinque (de Laon) lit une note sur le diagnostic de la psittacose. — M. le Dr Bentéjac (de Marseille) lit un mémoire sur le traitement de l'ophtalmie granuleuse par le gaïacol et la glycérine.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 18 Décembre 1896.

M. Dongier a étudié la *double réfraction accidentelle produite dans le quartz par la compression*. Les propriétés mécaniques du quartz varient avec la direction dans un plan perpendiculaire à l'axe ternaire, comme l'ont montré les expériences de Savart, bien que la surface d'onde soit de révolution autour de cet axe ; M. Dongier s'est demandé si la double réfraction accidentelle suivant l'axe est, pour une pression donnée, variable avec la direction dans laquelle cette pression s'exerce. L'expérience a été faite sur un prisme de quartz dont la base carrée est perpendiculaire à l'axe et dont chaque couple de faces latérales peut être successivement soumis, dans un appareil hydraulique construit par M. Jobin, à des pressions de 200 atmosphères. La vibration émergente est étudiée dans l'analyseur à pénombre; la biréfringence se calcule à l'aide des formules de M. Gouy; elle est proportionnelle, dans chaque direction, à la pression. Pour opérer dans les conditions de sensibilité maxima de l'analyseur à pénombre, on cherche à rendre, dans chaque cas, la vibration émergente rectiligne et parallèle à la vibration incidente; on constate qu'il faut, pour y arriver, exercer dans les deux directions des pressions notablement différentes. Il en résulte qu'un prisme de quartz, uniformément pressé sur ses faces latérales, doit acquérir la double réfraction, mais le calcul montre que l'effet serait extrêmement faible, ce qui explique comment il a pu rester jusqu'ici inaperçu. — M. E. Caspari présente le *gyroscope de l'amiral Fleuriais*. Cet appareil est destiné à suppléer à l'horizon de la mer pour la mesure des hauteurs des astres, par temps de brume ou la nuit. Le gyroscope, qui tourne dans une boîte à l'intérieur de laquelle on a fait le vide, porte deux lentilles, sur chacune desquelles est tracé un repère qui se trouve au foyer de l'autre; pendant la rotation on voit constamment l'image de l'un des traits

au foyer de la lunette d'observation. La ligne de collimation ainsi déterminée n'est pas rigoureusement fixe, parce que l'axe du gyroscope décrit un cône autour de la verticale; on détermine la position moyenne: la période de ce mouvement (120 secondes) est assez longue pour qu'il ne soit pas affecté sensiblement par le roulis ou le tangage, condition qui serait pratiquement irréalisable si on employait un pendule. L'appareil, mis en marche, se fixe au sextant et la durée du mouvement dépasse une heure, dont vingt-cinq minutes sont utilisables. Le mouvement de la terre crée une légère perturbation; la correction, qui est proportionnelle au cosinus de la latitude, atteint 5′ à l'équateur. M. Schwerer, qui a emporté l'appareil dans plusieurs campagnes, n'a trouvé que des erreurs d'observation inférieures, au maximum, à 2′, et en moyenne, à 1′. Il s'en est servi exclusivement pour faire le point pendant une période de dix jours, au cours de sondages qui exigeaient une grande précision. La constance de la durée du mouvement de précession prouve que le vide se maintient parfaitement et que le pivot se conserve sans usure appréciable; il est même possible, en faisant tourner l'appareil dans une position fortement inclinée, d'aiguiser le pivot sur les bords de la crapaudine. — M. Dini rappelle que les gyroscopes Foucault, construits par la maison Froment, fonctionnent d'une façon satisfaisante; on ne peut leur reprocher que la longueur du temps nécessaire à leur mise en marche et à leur observation. — M. C.-E. Guillaume, s'occupant de l'*émission des rayons X*, rappelle que les observations de MM. Imbert et Bertin-Sans et de M. Gouy ont montré que la loi du cosinus ne s'applique en aucune façon à ce cas; l'obliquité n'exerce qu'un effet négligeable sur l'émission; M. Gouy a utilisé cette propriété dans ses expériences de diffraction. Les rayons cathodiques pénètrent à une profondeur finie dans l'anticathode; si toute la couche atteinte devient un siège d'émission des rayons X, on voit immédiatement que l'intensité de ces rayons serait indépendante de la direction si l'anticathode n'exerçait aucune absorption. Si l'effet absorbant n'est pas négligeable, on retrouve la loi expérimentale en admettant qu'il est beaucoup plus énergique pour les rayons cathodiques que pour les rayons X. C. Raveau.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Sciences physiques

W.-E. Wilson, F. R. S. et **G.-F. Fitzgerald**, F. R. S. : **Effets de la pression de l'atmosphère ambiante sur la température du cratère de l'arc électrique.** — On a plusieurs fois émis l'hypothèse que la température du cratère de l'arc électrique, — qui, d'après les plus récentes déterminations, est d'environ 3.300 à 3.500° C., — est la température d'ébullition du carbone. Si cette hypothèse est vraie, on ne peut plus admettre que les nuages de la photosphère solaire sont constitués par des particules de carbone solide, la température de ces nuages étant d'au moins 8.000° C., à moins que la pression de l'atmosphère solaire ne soit suffisante pour élever le point d'ébullition du carbone à cette température.

C'est pour jeter quelque lumière sur la question que les expériences suivantes ont été entreprises. Les auteurs ont d'abord fait jaillir l'arc dans l'azote, mais dès que la pression du gaz augmente, l'intensité de la radiation émise diminue considérablement; l'arc n'apparaît plus que comme une lueur rouge sombre. D'autres expériences ont été faites dans l'air comprimé. Dès que la pression s'élève, il se forme une grande quantité de vapeurs de NO^2, qui absorbent la majeure partie de la radiation. Une troisième série d'essais a été faite dans l'oxygène. L'arc brûle très bien, les charbons gardent une bonne forme et le cratère est fixe. Mais l'oxygène employé renfermait des traces d'azote, et, à haute pression, il y eut une abondante production de vapeurs de NO^2, qui troubla l'étude du phénomène. Les auteurs pensent que l'azote ayant servi aux premières expériences renfermait également une certaine quantité d'oxygène et que la diminution graduelle de la radiation était due à son absorption par le NO^2 formé. On employa ensuite une atmosphère d'hydrogène, lequel contenait un peu d'hydrocarbures. A la pression ordinaire, l'arc est long, mince et très mobile; un dépôt de suie et de carbone graphitique se forme sur le charbon positif, comme s'il y avait électrolyse des hydrocarbures; ce dépôt entoure le cratère. La flamme est verte à l'extérieur et rouge au centre; au spectroscope, on voit distinctement les lignes C et F de l'hydrogène. Mais la mobilité et les ruptures fréquentes de l'arc, qui augmentent avec la pression de l'hydrogène, empêchent la lecture exacte du voltage et de l'intensité. D'autre part, la mesure de la radiation est également très difficile, une partie du cratère étant masquée par le dépôt de suie. Enfin, des expériences furent entreprises avec l'anhydride carbonique. L'arc brûle très bien et de bonnes mesures de la radiation peuvent être faites. Toutefois, lorsque la pression est abaissée brusquement, il se forme un brouillard qui absorbe la radiation. En outre, les auteurs ont remarqué, dans le tube d'acier qui sert à l'observation de la radiation du cratère, l'existence de puissants courants de convention, qui dispersaient une partie de la lumière. A haute pression, la réfraction due à ces courants empêche toute image du cratère de se former quand la pression varie, car, le tube ayant 3 pieds de long et seulement 1/2 pouce de diamètre, le gaz met un certain temps à se tenir en équilibre dans toute la longueur. A pression constante, on obtient de bonnes images du cratère. On remplaça plus tard le tube par une plaque de verre, et une lentille qui donnait au loin l'image renversée des cratères.

Le résultat de toutes ces expériences est le suivant : Plusieurs observations concordantes ont montré qu'il y a diminution de la température de l'arc quand la pression s'élève, mais il y a eu, à certains moments, absorption de la radiation par des nuées. Si on fait jaillir l'arc à basse pression, et que la pression augmente ensuite, la radiation à basse pression est plus forte qu'à haute pression; mais, si l'arc jaillit d'abord à haute pression, et que celle-ci diminue, la radiation est plus forte à haute pression.

Les auteurs concluent que les grandes différences observées sont dues principalement à l'absorption de la lumière dans le tube d'observation, absorption qui croissait avec la durée de l'expérience et avec la pression. Les meilleures observations, faites entre 1 et 6 atmosphères, ne montrent pas un grand changement de la radiation dans ces limites. Si le carbone est réellement en équilibre avec sa propre vapeur à la température du cratère et à la pression du gaz ambiant, il existe une relation entre la variation de pression et la variation de température, donnée par la formule :

$$\frac{\delta T}{T} = \frac{\Delta v}{\lambda} \cdot \delta p.$$

Δv peut être évalué approximativement à 10^4 en unités C. G. S.; $\delta p = 10^6$ pour 1 atmosphère, donc :

$$\frac{\delta T}{T} = \frac{10^{10}}{\lambda}.$$

Si l'on prend pour λ (chaleur latente de vaporisation du carbone), la valeur donnée par la loi de Trouton, c'est-à-dire 4.000 calories ou 16.8×10^{10} ergs, le rapport $\frac{\delta T}{T}$ vaudra environ $\frac{1}{17}$, et δT sera égal à 220° C. pour une variation de pression de 1 atmosphère. Il faudrait donc une élévation de pression de 18 atmosphères pour que la température du cratère atteignît celle du soleil. La radiation variant comme la racine quatrième de la température absolue, elle serait à peu près doublée par chaque élévation de pression de 4 atmosphères. Un tel accroissement n'ayant pas été

constaté, on en déduit que la température du cratère n'est pas celle du point d'ébullition du carbone ou que la chaleur latente de vaporisation du carbone est plus grande que celle donnée par la loi de Trouton. Comme cette dernière hypothèse est moins probable, la conclusion finale des expériences est que le carbone ne bout probablement pas dans le cratère de l'arc électrique.

Les auteurs attirent l'attention sur un autre point. Les courants de convection qu'ils ont observés dans les gaz comprimés dispersaient et réfléchissaient une grande partie de la radiation, et l'empêchaient de parvenir à l'observateur. Dans l'atmosphère solaire, qui est à une haute pression, il est probable que de pareils courants se produisent; ils intercepteraient alors une partie de la radiation solaire, et nous n'observerions que le reste sur la Terre.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 2 Janvier 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. J. de Vries : *Les accélérations d'un système plan.* Si O, ω, $\frac{d\omega}{dt}$ représentent le centre instantané des accélérations, la vitesse angulaire et l'accélération angulaire, et que l'on détermine les points A, B, de manière que les droites O A et OB soient perpendiculaires l'une à l'autre et que les quotients O A : OB et $\frac{d\omega}{dt} : \omega^2$ soient égaux, l'accélération d'un point quelconque P est la résultante des deux accélérations ω^2. P A et $\frac{d\omega}{dt}$. P B, dont la première est dirigée suivant P A et la seconde suivant la perpendiculaire en P sur P B. Donc O est point double des deux systèmes plans semblables parcourus par A et B. Le cercle décrit sur A B comme diamètre est le lieu des points dont l'accélération est dirigée vers A. Si M et N représentent les points correspondants au centre instantané de rotation L, à mesure que L est point A ou point B, les cercles décrits sur L M et L N comme diamètres sont les cercles connus de Bresse. — M. J. de Vries : *Démonstration géométrique de quelques théorèmes arithmétiques* (suite, voir *Rev. génér. des Sc.*, t. VIII, p. 39). Théorèmes sur le nombre des diviseurs d'un nombre impair et sur les nombres des diviseurs pairs et impairs d'un nombre pair. Si p est premier, on a :

$$\sum_{1}^{p-1} \sum_{1}^{p-1} \varepsilon \left(\frac{xy}{p}\right) = \frac{1}{4}(p-1)^2(p-2).$$

Enfin M. J. de Vries présente un mémoire de M. L. Gegenbauer (Vienne) : *Sur le résultant des numérateurs de deux réduites consécutives d'une certaine fraction continue régulière.* Le déterminant de la forme quadratique

$$\int_\alpha^\beta \left(a_0 x^{n-1} + a_1 x^{n-2} + \ldots\ldots + a_{n-1}\right)^2 \chi^{(x)}\, dx$$

des n quantités a_i est le réciproque du résultant des numérateurs des réduites des rangs n-1 et n de la fraction continue qui donne le développement de

$$\int_\alpha^\beta \frac{\chi(x)}{xz}\, dz,$$

où $\chi(z)$ est algébrique et positif pour toutes les valeurs de x comprises entre α et β. — M. H. G. van de Sande Bakhuyzen communique un compte rendu de la thèse de M. S. Krüger, S. J. intitulée : *Formes ellipsoïdales d'équilibre d'une masse fluide homogène en rotation.* — M. J. A. C. Oudemans offre la cinquième partie de son compte rendu de la triangulation sur l'île de Java. — M. J. C. Kapteyn présente : « The Cape photographic Durchmusterung for the equinox 1875 », by D. Gill and J. C. Kapteyn, Ire partie.

2° Sciences physiques. — M. H. A. Lorentz offre un mémoire de M. A. Smits : *Expériences avec le micromanomètre.* Cet instrument, qui permet d'observer des différences de pression correspondant à une colonne de mercure de $\frac{1}{4.000}$ millimètre de hauteur, consiste dans un tube en U dont les branches s'élargissent vers le haut. Ce tube contient deux liquides : dans la partie inférieure et étroite, de l'aniline, et au-dessus de celle-ci, de part et d'autre, une quantité d'eau qui s'étend jusque dans les parties élargies. On vise l'une des surfaces de séparation avec un cathétomètre. Les expériences de l'auteur, exécutées au laboratoire de l'Université d'Utrecht, avaient pour but la mesure de la différence entre la tension maxima de la vapeur d'eau pure et celle de la vapeur d'une dissolution fort diluée. A cet effet il était nécessaire d'enlever l'air de l'appareil au moyen d'une machine pneumatique à mercure et de recouvrir l'eau dans chaque branche d'une couche d'huile. On pouvait à volonté faire communiquer les deux branches, soit entre elles, soit avec de petits ballons qui contenaient, l'un de l'eau et l'autre la dissolution, et qui étaient maintenus à la température de 0° C. Toutes ces communications s'établissaient au moyen de jonctions à mercure. Du reste, on se servait de H_2SO_4 et de P_2O_5 pour sécher l'intérieur du manomètre; la première de ces substances était indispensable, parce qu'elle a la propriété précieuse d'absorber la vapeur d'aniline. Les observations ont porté sur des dissolutions de NaCl, de KOH et de sucre de canne, le nombre de grammes-molécules sur 1.000 grammes d'eau variant dans le premier cas de 1,83 à 0,020, dans le second de 2,64 à 0,020 et dans le troisième de 1,88 à 0,021. Si l'on désigne par p la tension de vapeur de l'eau pure et par p' celle d'une dissolution contenant n molécules de la matière dissoute sur N molécules du dissolvant, on a, d'après M. Van't Hoff, $\frac{p-p'}{p} = i\frac{n}{N}$, où le coefficient i aurait la valeur 1 pour le sucre, mais des valeurs variables pour NaCl et KOH. Pour ces derniers corps, la théorie de la dissociation électrolytique exige des valeurs qui croissent à mesure que la concentration diminue, en tendant vers la limite 2. Ce n'est que dans le cas du sucre que les résultats de M. Smits s'accordent avec ces prévisions. Les valeurs de i qu'il a trouvées pour NaCl et KOH, vont en diminuant, si l'on passe à des dissolutions de plus en plus diluées, les nombres extrêmes étant respectivement (1,77 et 1,4) et (2,17 et 1,5). — Ensuite M. Lorentz fait une communication au nom de M. V. A. Julius : *Sur la question de savoir si la tension maxima ne dépend que de la température.* MM. Wüllner et Grotrian (*Wied. Ann.*, t. XI, p. 545) avaient déduit de leurs expériences qu'une vapeur, même lorsqu'elle se trouve en présence d'une quantité de liquide, peut être comprimée jusqu'à une pression qui surpasse ce qu'on appelle ordinairement la tension maxima. M. Julius a soumis cette question à une épreuve rigoureuse; c'est ce qu'il a pu faire en se servant du micromanomètre, après qu'il eut découvert les causes de certaines irrégularités qui se présentaient au début des expériences de M. Smits et qui provenaient notamment de ce qu'une trace de vapeur d'aniline empêche la condensation régulière de la vapeur d'eau. Les observations de M. Julius sur l'eau et sur une dissolution de NaCl, toutes les deux à la température de 0° C., n'ont pas confirmé l'idée émise par MM. Wüllner et Grotrian. Un espace qui contenait de la vapeur saturée, en présence d'une certaine quantité de liquide, pouvait être diminué du sixième de son volume à peu près; cette diminution a produit une élévation temporaire de la pression, mais la condensation n'a pas tardé à rétablir la pression initiale. Un changement égal à $\frac{1}{18.000}$ de la valeur n'aurait pu échapper à l'observation. — M. H. Haga présente la thèse de D. van Cjulik : *Recherches sur la cause des phénomènes de changement de*

la résistance sous des influences électriques, découvert par Branley (voir *Rev. génér.*, t. VII, p. 235). — Au nom de M. L. H. Siertsema, M. H. Kamerlingh Onnes fait une communication : *Sur l'influence de la pression sur la polarisation rotatoire de dissolutions de sucre de canne.* La variation de la rotation est mesurée par la méthode de Foucault, après avoir compensé la plus grande partie de la rotation du sucre avec une lame de quartz. Les concentrations étaient de 9,47 et 18,70 grammes en 100 centimètres cubes de la dissolution, l'épaisseur correspondante des lames de quartz 6,88 et 13,835 millimètres, la variation cherchée pour une pression de 100 atm. montait à 0,268 et 0,252 %. La variation de la rotation du quartz est calculée au moyen des coefficients de compressibilité. Les mesures se continuent avec de plus grandes concentrations. — M. J. D. van der Waals présente au nom de M. D. F. Tollenaar une communication provisoire : *Sur quelques expériences avec les rayons cathodiques.* L'auteur ne croit pas que le principe de déflexion donné par M. Goldstein (*Eine neue Form electrischer Abstossung*) soit à même d'expliquer les phénomènes obtenus à l'aide d'un tube de Crookes à deux plaques carrées parallèles comme cathodes, qu'on obtient d'ailleurs tout aussi bien en se servant de cathodes sphériques. D'après le principe émis par M. Goldstein, on devrait apercevoir une zone verte limitée de part et d'autre par des ombres. Au contraire, on trouve de part et d'autre deux anneaux très clairs entre la lumière et l'ombre. A partir de ces couples seulement les anneaux extérieurs se comportent en anneaux de déflexion. En diminuant l'intensité du courant à une des cathodes, cet anneau s'affaiblit du côté de cette cathode, tandis qu'il devient plus fort du côté de l'autre. Les anneaux intérieurs se comportent autrement; ils s'élargissent tous deux vers le milieu du tube et y rétrécissent la zone verte. Les rayons qui correspondent à ces systèmes d'anneaux d'un vert intense, peuvent être vus ou photographiés à mesure que le gaz se trouve sous haute ou basse pression. Ils ont à peu près la forme de deux couples de surfaces hyperboloïdiques. L'auteur remarque encore que les rayons qui correspondent aux anneaux extérieurs et intérieurs montrent bien d'autres différences. — MM. C. A. Lobry de Bruyn et W. Alberda van Ekenstein se sont occupés depuis longtemps de l'étude de la glucosamine, dérivé de la chitine. Ils ont pu isoler à l'état cristallisé la glucosamine (chitosamine) libre, inconnue jusqu'ici. Cette base, en abandonnant une molécule d'eau, se transforme en un autre corps cristallisable qu'ils ont rencontré également en faisant agir l'ammoniaque sur la fructose (= lévulose). Il existe un certain rapport entre le sucre présent dans la chitine et la fructose ordinaire. Le carbonate d'argent transforme la glucosamine — HCl en un sirop qui, mis en contact avec de la phénylhydrazine, fait naître abondamment de la glucosazone ordinaire; il paraît que la base, tout en perdant de l'ammoniaque, a été transformée par oxydation en glucosone, qui est une céto-aldose. La glucosamine et son dérivé donnent des poly-acétates cristallisés. — M. E. Mulder présente son mémoire : *Sur un peroxy-azotate d'argent.*

3. Sciences naturelles. — M. J. W. van Wijhe montre quelques préparations anatomiques, fixées à l'aide de formol et y rattache la communication suivante. En conservant une préparation anatomique on se propose deux buts : de conserver 1° la forme, 2° la couleur naturelle des objets. L'ancien moyen, l'alcool, suffit à conserver la forme de l'objet, tandis qu'il en détruit la couleur. Mais le nouveau fluide conservateur, le formol ou la formaline (une solution d'environ 40 % de formaldéhyde dans l'eau) joint aux avantages de l'alcool, celui de n'altérer nullement la couleur. Voici un procédé, en trois temps, très recommandable : 1° La préparation fraîche, non lavée, est mise pendant vingt-quatre heures dans une solution de formaline de 5 %. La couleur naturelle est remplacée par un teint grisâtre. 2° On dépose la préparation, rapidement lavée, de nouveau pendant vingt-quatre heures, dans de l'alcool fort, d'environ 96 %. La couleur naturelle revient. 3° La préparation est conservée à jamais dans un mélange de parties égales de glycérine, d'eau et d'alcool fort, contenant 3 % d'acide phénique. L'excellence de ce procédé est démontrée par trois préparations : un rein coupé en deux, un bras d'un homme adulte et un fémur divisé d'un enfant nouveau-né, conservées durant plus d'une année, qui n'avaient pas sensiblement changé de couleur, tandis que de pareilles préparations, traitées avec l'alcool, avaient perdu tout à fait la couleur naturelle. — M. van Wijhe : *Sur la conception du nerf spinal comme union de deux nerfs indépendants.* En 1882, l'auteur publia dans les travaux de l'Académie d'Amsterdam une hypothèse, selon laquelle chaque nerf spinal aurait été représenté primitivement par deux nerfs indépendants, un nerf dorsal et un nerf ventral. Principalement cette hypothèse se base sur les deux arguments suivants : 1° Dans l'*Amphioxus*, et l'on peut ajouter dans *Petromyzon*, qui représentent les Vertébrés à développement minimum, au lieu d'un nerf spinal à deux racines on trouve deux nerfs indépendants, chacun à une seule racine, un nerf dorsal et un nerf ventral. 2° Dans l'embryon des Vertébrés supérieurs les deux racines apparaissent tout à fait indépendantes l'une de l'autre; seulement dans les phases plus avancées elles se réunissent dans le tronc. Alors cette union est une anastomose; dans la tête elle fait défaut. Dans les animaux supérieurs il est *a priori* tout aussi possible qu'un nerf dorsal s'unisse au nerf ventral précédent ou au nerf ventral suivant. En effet, ces possibilités se réalisent toutes les deux, ce qui forme un argument nouveau pour l'indépendance primitive des nerfs dorsaux et ventraux les uns des autres. L'auteur a constaté, d'accord avec des observations de M. Hatschek, que dans les larves de Tritons et probablement de même dans des embryons de poulet un nerf dorsal s'unit au nerf ventral suivant. Et dans *Myxine* aussi bien que dans les embryons de Sélaciens un nerf dorsal s'unit au contraire au nerf ventral précédent. On peut expliquer ces déviations en supposant que dans le triton et le poulet les myotomes ont avancé un peu vers la tête durant le développement, tandis qu'ils sont un peu reculés vers la queue dans les Myxines et les Sélaciens. Dans le travail cité de 1882, M. van Wijhe était arrivé à la conclusion que les nerfs dorsaux de la tête ne sont pas exclusivement sensitifs mais qu'ils contiennent aussi des fibres motrices. Pourtant ces fibres ne se terminent pas dans les muscles des myotomes, mais dans ceux des lames latérales. Aussi bien que ceux du tronc, les nerfs ventraux de la tête se terminent au contraire exclusivement dans les myotomes. De plus, il avait émis l'idée que les racines des nerfs du tronc fournissent des lames latérales aux muscles. Ces muscles, pour la plupart des muscles striés dans la tête, ne semblent être représentés dans le tronc que par la musculature lisse du système vasculaire et du système intestinal avec ses dépendances. En 1893, M. Steinach a démontré que la musculature de l'intestin de la grenouille est innervée pour la plus grande partie par les racines dorsales. Les nerfs dorsaux n'étant pas exclusivement sensitifs, la question se présente si les nerfs ventraux qu'on croit généralement exclusivement moteurs, ne contiennent pas des fibres sensitives, non pas pour la peau ou les membranes muqueuses, mais pour conduire le sens des muscles et des tendons. En vérité M. van Wijhe a pu observer dans l'*Amphioxus* que les nerfs ventraux contiennent des fibres qui ne se terminent pas aux plaques musculaires, mais aux ligaments du tissu conjonctif. Ainsi, il conclut que du moins dans l'*Amphioxus* les nerfs ventraux ne sont pas exclusivement moteurs, mais qu'ils contiennent de plus des fibres sensitives destinées à conduire le sens des tendons. P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Georges Ville. — Lundi dernier est mort à Paris M. *Georges Ville*, professeur de Physique végétale au Muséum. Passionné pour les études d'Agronomie, M. Ville s'était, dans sa jeunesse, posé le problème de la fixation directe de l'azote atmosphérique par les plantes et avait institué des expériences dans certaines desquelles il avait constaté cette fixation. Toutefois, ne pouvant reproduire le phénomène à volonté, il n'avait pas réussi à fournir la démonstration du fait. L'Agronomie lui doit surtout d'avoir, par ses leçons et ses conférences publiques, popularisé l'emploi des engrais artificiels. Les exagérations mêmes auxquelles l'entraînait l'ardeur de sa parole ont largement contribué à cette utile vulgarisation.

Depuis quelques années M. Ville, sentant décroître ses forces, s'était fait suppléer, dans sa chaire, par un chimiste-agronome que ses travaux désignaient d'une façon toute particulière, et qui, en effet, s'est acquitté de cet enseignement avec autant d'éclat que d'autorité : M. Léon Maquenne, assistant au Muséum depuis plus de vingt ans.

Le célèbre et illustre mathématicien allemand Weyerstrass, professeur à l'Université de Berlin, est mort le 19 février dernier. La *Revue* consacrera prochainement une Notice à sa vie et à ses travaux.

§ 2. — Distinctions scientifiques

Elections à l'Académie des Sciences de Paris et à la Société Royale de Londres. — Lundi dernier, 22 Février, l'Académie a élu membre, dans sa Section de Physique, en remplacement de Fizeau, notre éminent collaborateur, M. J. Violle, depuis longtemps désigné par ses remarquables travaux sur l'Optique et l'Acoustique au choix de l'Académie. Le succès de M. Violle lui fait d'autant plus d'honneur qu'il avait pour principal concurrent un physicien de premier ordre, M. Amagat, aux importantes découvertes duquel la Société Royale de Londres vient de rendre un éclatant hommage en l'appelant dans son sein. L'illustre Compagnie a, dans la même séance, élu membres : M. Williard Gibbs (Etats-Unis) et M. Wisliscenus (Berlin).

Elections à l'Académie des Sciences de Berlin. — L'Académie des Sciences de Berlin vient de s'adjoindre comme membre Correspondant notre illustre compatriote M. Darboux, doyen de la Faculté des Sciences de Paris et membre de notre française Académie des Sciences.

L'Académie de Berlin a voulu, par ce choix, rendre un hommage particulier à l'importance des travaux et à l'immense érudition mathématique de l'éminent géomètre.

§ 3. — Industrie

Comité de consultations industrielles. — La *Revue* reçoit journellement de ses abonnés des demandes de renseignements auxquelles il lui est impossible de répondre directement, car le plus souvent la question posée nécessite l'examen d'un spécialiste. Pour pouvoir donner à ces demandes, d'une façon aussi judicieuse que possible, la suite qu'elles comportent, nous avons constitué un *Comité de consultations industrielles*, formé de spécialistes compétents dans les différentes branches de l'industrie, chargé d'examiner les demandes adressées à nos bureaux et de désigner au demandeur un collaborateur de la *Revue* particulièrement apte à le renseigner. Cette organisation répondra, croyons-nous, aux desiderata du public : beaucoup d'industriels, qui ne peuvent entretenir dans leurs établissements un ingénieur ou un chimiste, seront heureux, quand ils auront besoin soit d'un conseil sur un cas difficile, soit d'une étude sur une machine ou un procédé nouveau, soit d'une analyse, d'une expertise, etc., etc., d'être mis en rapport avec un savant ou un ingénieur d'une compétence reconnue.

La correspondance relative à ces consultations doit être adressée au directeur de la *Revue*, 34, rue de Provence, avec la mention : « Comité de consultations industrielles. »

§ 4. — Chimie

Un prétendu « Nouvel élément » : Le Lucium. — Il y a quelque temps, M. Prosper Barrière annonçait, dans les « Chemical News »[1], l'existence d'un nouvel élément, découvert dans les sables monazités.

Les sels de ce nouveau métal, le *lucium*, ne formaient pas de sels doubles insolubles avec le sulfate de sodium, tandis que les sels de cérium, de lanthane et didyme donnent des sels doubles insolubles ; les sels de lucium ne formaient, de même, aucune combinaison insoluble avec le sulfate de potassium, alors que ceux du thorium et du zirconium en forment facilement ; le chlorure de lucium précipitait par le thiosulfate de sodium, ce que ne font pas les chlorures d'yttrium, d'ytterbium et d'erbium. Enfin, les sels de lucium étaient précipités par l'acide oxalique, ce qui les différenciait de ceux du glucinium.

Tous ses sels étaient solubles dans l'eau, en donnant des liquides incolores. Son spectre était différent de ceux des métaux voisins. Enfin, son poids atomique avait été trouvé égal à 104.

Habitués, depuis quelques années, à voir s'accroître la liste des corps simples, certains chimistes acceptaient, sans trop de méfiance, ce nouvel élément[2].

Voici maintenant que M. William Crookes déclare dans les « Chemical News »[3] que *l'oxyde de lucium* isolé par M. Prosper Barrière *n'est pas autre chose que de l'yttria impure.*

L'action du thiosulfate de sodium, qui précipite les sels de lucium, ne suffit pas pour les différencier des sels d'yttrium, parce que ceux-ci précipitent également lorsque leurs solutions sont concentrées et chaudes.

M. William Crookes a pu caractériser, dans un échantillon de lucium, par analyse spectrale, le didyme, l'erbium, l'ytterbium. La présence de ces métaux à poids atomiques élevés

$$Di = 142 \qquad Er = 166 \qquad Yb = 173$$

pourrait expliquer pourquoi le poids atomique de l'yttrium

$$Y = 89$$

devient 104 dans le prétendu lucium.

Les aventures du lucium sont bien faites pour attirer l'attention sur les terres rares qui nous réservent peut-être encore quelques surprises du même genre.

Marcel Guichard.

Un nouveau ferment du sang : la Lipase. — Le rôle des ferments solubles dans la digestion est connu depuis longtemps déjà; d'après un récent travail de M. Hanriot, professeur agrégé à l'Ecole de Médecine, les phénomènes de la dénutrition pourraient bien être dus également à des ferments solubles. En ce qui concerne l'utilisation des réserves graisseuses de l'organisme, M. Hanriot a mis en évidence l'action d'une nouvelle diastase : la *lipase*, qui saponifie non seulement les corps gras, mais, en général, tous les éthers d'alcools et de phénols.

Lorsqu'on met en contact, en ayant soin d'écarter la présence de ferments figurés, du sérum sanguin et de la monobutyrine, éther butyrique de la glycérine, le mélange devient rapidement acide; il se forme de la glycérine et de l'acide butyrique, et ce dernier, titré au moyen d'une solution alcaline après un temps déterminé, peut, dans une certaine mesure, donner une idée de l'activité du ferment.

M. Hanriot a trouvé, au moyen de la monobutyrine

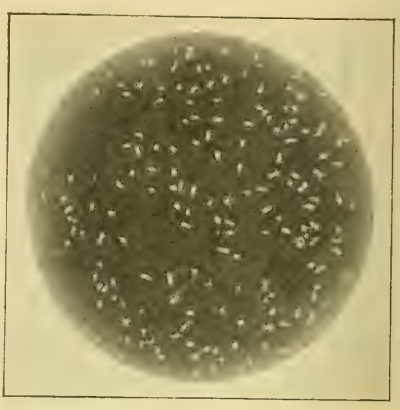


Fig. 1. — *Culture du bacille pesteux en milieu solide.*

employée comme réactif, que les sérums de l'homme, du chien, du cheval, du bœuf, du veau, du mouton, de l'âne, du cobaye et du lapin renferment de la lipase. Des infusions de pancréas et de foie se sont montrées aussi actives que le sérum.

Le rôle bien net de la lipase est de solubiliser les réserves graisseuses pour les mettre en circulation dans le sang, où elles seront ensuite brûlées.

Fig. 2. — *Culture du bacille pesteux en milieu liquide (Streptobacille).*

M. E. Gérard, professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de Lyon, vient d'extraire d'un champignon inférieur extrêmement répandu, le *Penicillium glaucum*, une *lipase* se comportant comme celle qu'a si bien étudiée M. Hanriot. M. G.

[1] *Chem. News*, 1896, 74, 212.

[2] Au sujet de cet élément, la *Revue* a reçu un nombre extraordinaire de lettres lui demandant ce qu'il convenait d'en penser, et sollicitant un article sur ce prétendu corps simple. La *Revue*, pressentant une erreur de détermination, s'était bornée à répondre qu'il fallait plutôt se méfier. On voit aujourd'hui que cette prudence était pleinement justifiée. (Note de la Direction.)

[3] *Chem. News*, 1896, 74, 159.

§ 5. — Sciences médicales

Morphologie et culture du Bacille de la Peste. — M. le Professeur Landouzy a fait tout récemment, à la Faculté de Médecine de Paris, une remarquable leçon sur le traitement de la Peste[1]. Nous ne reviendrons pas sur cette question, toute d'actualité, que la *Revue* a pris soin d'exposer dans sa dernière livraison[2]; mais, à titre de supplément d'information, il nous paraît utile d'indiquer, d'après M. Landouzy, certaines particularités de morphologie et de culture qu'offre le bacille pesteux. Voici la description que l'éminent clinicien en a donnée dans la *Presse Médicale*, à laquelle nous empruntons aussi les photographies ci-jointes :

« Si l'on étale la pulpe d'un bubon de pestiféré sur une lamelle de verre et qu'on l'imprègne d'une couleur basique d'aniline, dit M. Landouzy, le microbe apparaît, au microscope, sous forme d'un bâtonnet *court à bouts arrondis, teint plus fortement aux deux extrémités.* C'est un coccobacille, toujours très abondant dans le bubon du pestiféré, dans les ganglions hypertrophiés, ainsi que dans le foie et la rate. Dans les cas graves, aux dernières heures de la vie, on le trouve aussi dans le sang.

« Le bacille de la peste se cultive sur milieux solides et sur milieux liquides : c'est la culture obtenue sur milieux solides, sur gélatine ou sur gélose, que représente, sous forme d'un très beau semis, la figure 1 ; la figure 2, qui a trait à une culture en milieu liquide (bouillon), montre le coccobacille disposé en chaînettes : celles-ci, formées de petits bâtonnets, donnent au germe de la peste un aspect des plus curieux, important à connaître pour la Séméiotique, puisqu'en milieu liquide le germe pesteux se dispose en streptobacille.

« Le microbe existe avec caractères identiques chez l'homme et chez les rats pestiférés, que le populaire, comme les anciens historiens de la peste, avaient remarqués mourir en grand nombre à la veille et au début des épidémies. Fréquemment, le coccobacille, au moment de la mort, se présente aussi dans le sang du rat, et c'est une préparation du sang pestiféré que représente la figure 3 ci-contre.

« Nous devons communication de ces belles photographies microscopiques à M. Roux.

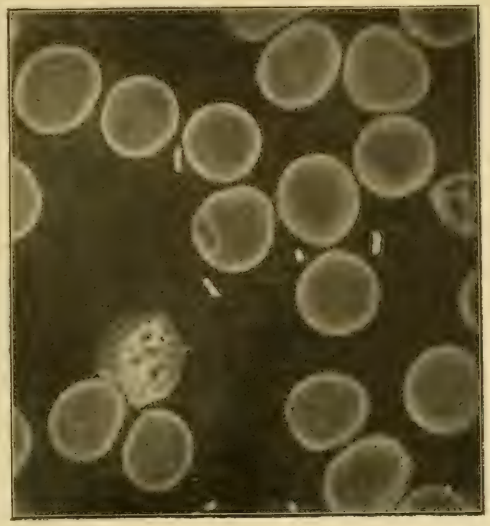


Fig. 3. — *Sang de rat pestiféré.*

Fig. 4. — *Coupe d'un bubon pesteux.*

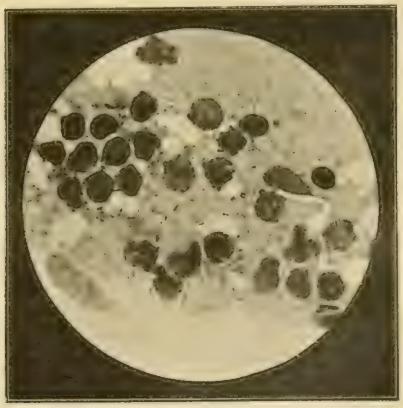


Fig. 5. — *Coupe d'un ganglion pesteux.*

« Chez les rats pestiférés, les ganglions hypertrophiés, véritables bubons, présentent à foison le bacille spécifique, comme en témoignent les deux figures 4 et 5, qui représentent une coupe faite sur un ganglion de rat pestiféré. »

[1] Cette leçon a été publiée in extenso dans la *Presse Médicale* du 10 Février. L'auteur y a envisagé le sujet dans toute sa généralité et a particulièrement insisté sur le traitement sérothérapique.

[2] Voyez M. Fontoynont : La lutte actuelle contre la Peste, dans la *Revue générale des Sciences* du 15 Février 1897.

§ 6. — Géographie et Colonisation

La femme aux colonies. — C'est le titre et le sujet d'une conférence que M. Joseph Chailley-Bert vient de faire à la Société de Géographie, sous la présidence de M. d'Haussonville.

Si quelque chose manque, à l'heure actuelle, dans nos colonies, ce n'est plus le colon; ou, du moins, des efforts incessants et des résultats acquis permettent d'entrevoir le jour où l'exode sera suffisant vers nos colonies; ce n'est pas non plus les capitaux, ils commencent à sortir de leur timidité, à se dégager de leurs préventions; — ce qui manque, c'est la famille. Pour que les colonies deviennent ce que nous les voulons, de Nouvelles France, il faut y fonder la famille française.

Or, le noyau d'une famille, c'est une femme. Comment l'amener aux colonies?

Ce n'est pas qu'il en manque en France, de ces femmes ou de ces jeunes filles à qui la société moderne, pour des raisons diverses, ne fait pas leur place. Notre seule conception du mariage et le rôle qu'y joue la dot condamne au célibat, c'est-à-dire à une existence étroite et bornée, les jeunes filles sans fortune appartenant à un certain milieu social.

Les colonies ne les ont pas attirées. Elles ont reculé devant une lutte trop rude et qui semblait dépasser leurs forces, elles ont eu peur de l'inconnu. A l'heure actuelle, dans les colonies françaises, — sauf l'Algérie et la Tunisie, — on peut tenir pour certain qu'il y a une femme pour cinq ou six hommes, et dans certains pays, pour dix hommes.

Pour résoudre le problème, il faut faire appel à l'initiative privée. L'instrument, c'est une *Société d'émigration des femmes.*

Il existe des Sociétés semblables en Angleterre [1] depuis plusieurs années. Visant dans leurs statuts ou leurs prospectus un but tout différent, leur fin dernière est d'amener l'émigrante à un établissement honorable dans la colonie, et, en un mot, au mariage. En attendant, on tâche de leur procurer des emplois, des situations en rapport avec leurs aptitudes et leur éducation.

Une pareille Société pourrait être créée chez nous [2] en tenant compte de la différence de nos mœurs et du champ moins large offert à l'émigration féminine dans les colonies françaises. Il s'agit d'envoyer, au début, cinquante, cent femmes tout au plus.

Et qu'on ne dise pas : « Il est plus urgent de peupler la France où la natalité baisse; vous appauvrissez à plaisir un sol déjà infertile. » L'émigrante française, de par nos mœurs plus fortes que les bonnes volontés isolées, n'était pas destinée au mariage en France; elle se mariera certainement aux colonies. Enfin, il est prouvé qu'aussitôt hors de la terre métropolitaine, le Français fait souche plus nombreuse. Le Canada n'a-t-il pas été peuplé par les ancêtres de ces Normands dont la population est aujourd'hui en décroissance si rapide? En Algérie, l'élément français, emprunté aux régions du Midi, où la natalité est la plus faible, est plus prolifique que tout autre élément étranger, à l'exception de l'élément espagnol.

N'hésitons donc pas à attirer dans les colonies les meilleurs éléments de la Métropole. Un jour viendra où ces colonies nous rendront au centuple ce que nous leur aurons généreusement prêté en hommes et en capitaux. En attendant, leur rôle reste toujours considérable: elles sont des éducatrices. Magnifiques champs d'expérience pour toutes les tentatives que rêve, sans les oser, notre impatient désir de progrès social, elles sont aussi les fortes écoles d'activité et d'héroïsme, les réservoirs où se refont, pour les luttes futures, l'énergie et la virilité nationales.

La traversée de l'Asie septentrionale par la Mission Chaffanjon. — Le 19 Février dernier, M. Chaffanjon a rendu compte à la Société de Géographie, de la mission qu'il a accomplie avec MM. Mangini et Gay en traversant, de l'Ouest à l'Est, et dans sa région septentrionale, tout le continent asiatique.

Partie du Caucase au début de 1895, la Mission se rendit d'abord à Boukhara et à Samarkande, puis se dirigea sur Tachkent, traversa la vallée, aujourd'hui déserte, de Tsé-Kou, les hauteurs du Tian-Chan, le désert de Gobi, gagna la ville fortifiée de Kobso, qui est le grand marché de Mongolie et le centre principal du trafic entre Chinois et Russes. Ceux-ci y entretiennent des factoreries et y échangent des moutons contre divers produits de l'industrie chinoise. Cette région de hauts plateaux, pourvue de lacs salés, restes de l'ancienne mer Mongole, et sillonnée de grandes rivières, offre, pour la Géographie, l'Histoire et l'Ethnographie, un grand intérêt : on y trouve, en abondance, des ruines de l'époque de Gengis-Khan.

La Mission se rendit à Ourga, autre grand centre de négoce entre Russes et Chinois, et parvint à Irkoutsk en avril 1896. Elle traversa ensuite la vallée du lac Dalaï, constituée par des pâturages marécageux où vivent de nombreux troupeaux, puis les forêts de hautes herbes, dites des Kourganes. Les voyageurs gagnèrent enfin le port de Vladivostock, d'où ils s'embarquèrent pour le Japon.

Ils ont rapporté en France, en même temps que d'intéressantes collections, surtout ethnographiques, des relevés géographiques et des tracés d'itinéraires extrêmement précieux.

§ 7. — Expositions et Concours

La Section des Sciences à l'Exposition internationale de Bruxelles (1897). — L'Exposition internationale qui aura lieu cette année à Bruxelles comprendra une Section spéciale des « Sciences », consacrée exclusivement aux sciences pures, « dégagées de toute idée commerciale ou industrielle ». Elle est destinée, dans la pensée des organisateurs de l'Exposition, à mettre le public au courant de l'état d'avancement de chaque nation au point de vue scientifique.

Tous les savants sont invités à y produire leurs travaux et à y faire connaître les résultats qu'ils ont obtenus et les méthodes qu'ils ont suivies, soit par l'exposition des instruments spéciaux qui leur ont servi, soit par celle de photographies et de schémas explicatifs, ou même d'ouvrages et de mémoires. Il est fait également appel au concours des Institutions et des Sociétés savantes pour les prier d'exposer tous les objets présentant un intérêt historique, ou permettant de faire apprécier l'importance de la participation prise par l'Institution ou la Société au mouvement scientifique.

La Section des Sciences comprend 7 classes : Mathématiques et Astronomie, Physique, Chimie, Géologie et Géographie; Biologie; Anthropologie; Bibliographie.

La gratuité des emplacements et celle du transport sur les chemins de fer belges est accordée aux exposants de la Section des Sciences. En outre, le Gouvernement belge a mis au concours une série de questions, relatives à chacune des sciences déjà indiquées, en affectant des primes en espèces aux meilleures solutions.

Qu'il nous soit permis de conjurer nos compatriotes de répondre avec empressement à l'invitation du Gouvernement Belge. On sait combien nous a été préjudiciable notre quasi-abstention à l'Exposition de Chicago, et, d'autre part, quel immense profit, matériel et moral, est résulté, pour l'Allemagne, de l'étalage qu'elle fit alors de sa puissance scientifique et industrielle.

La *Revue* répondra individuellement à toutes les demandes de renseignements qu'elle recevra de ses lecteurs désireux d'exposer dans la Section des Sciences à Bruxelles.

---

[1] *British Women's Emigration Society.*

[2] Un collaborateur de M. Joseph Chailley-Bert, M. J. Godefroy, a tenté de réaliser le programme qui lui était tracé dans ses grandes lignes. Grâce à son initiative, une Société est en voie de formation, qui portera le titre de *Société Française d'Emigration des Femmes.*

DE L'INFINI MATHÉMATIQUE[1]

Lorsque les mathématiciens se risquent sur le terrain des philosophes, il leur arrive quelquefois de mal raisonner: dans son beau livre sur l' « Infini mathématique », M. Couturat, qui, d'ailleurs, n'y a mis aucune malice, a donné quelques exemples de ces mauvais raisonnements. Il n'y a malheureusement aucune raison pour espérer que la publication du livre de M. Couturat empêche à l'avenir de pareils accidents, dont je crains fort d'être bientôt la victime. Heureusement, les mathématiciens qui parlent mal à propos de Philosophie, et qui auraient le chagrin de s'en apercevoir, peuvent toujours se consoler en imaginant quelques philosophes qui parleraient sur les Mathématiques, j'entends des philosophes d'une autre espèce que M. Couturat, puisque celui-ci a voulu apprendre les choses avant d'en parler. C'est un bel exemple qu'il a donné là et je louerais cet exemple comme il faut, si je n'étais un peu gêné par l'intention que j'ai de ne pas le suivre, et de discourir sur des matières où je n'ai nulle compétence.

I

Outre que la notion de nombre est le fondement essentiel des Mathématiques, l'*infini* intervient d'une façon nécessaire dans cette notion. Il faut donc, avant tout, la soumettre à une critique sérieuse et l'étudier tout d'abord dans sa forme la plus simple[2].

Il n'y a rien dont le mathématicien ait une plus longue habitude, ni semble-t-il, une idée plus claire que le nombre entier. Mais, se défaire des habitudes, dissiper la clarté dont elles nous donnent l'illusion et pénétrer jusqu'à l'obscurité où plongent les fondements de nos connaissances, c'est le métier des philosophes, qui n'ont pas manqué de trouver des difficultés dans le nombre entier. Je me rappelle encore la stupeur où me jeta M. Boutroux un jour qu'il voulut bien me les faire toucher du doigt.

La notion de nombre entier a deux faces, qui répondent aux deux épithètes « cardinal » et « ordinal »; quelle est celle qu'il faut considérer d'abord? L'idée du nombre proprement dit est-elle antérieure à celle de rang, ou est-ce l'inverse? C'est, d'ordinaire, la notion de nombre cardinal que l'on regarde comme primitive, et M. Couturat se range à cette doctrine traditionnelle. Pour lui, le nombre est une « collection d'unités » et l'idée de nombre, comme celle d'unité, préexiste d'ailleurs à toute définition. Ce ne sont point des unités qui nous sont données par l'expérience, mais bien des objets; c'est notre pensée qui leur confère l'unité. On peut, sans doute, compter des objets qui sont fort différents; mais, en le faisant, on ne pense pas à leurs différences, à rien de ce qui les distingue, si ce n'est qu'ils sont distincts et que chacun d'eux est une unité. L'idée d'unité réapparaît dans l'idée de *collection*, qui, elle aussi, est un tout distinct de ce qui n'est pas elle; à la collection notre pensée confère aussi l'unité, qui ainsi « est impliquée deux fois dans l'idée de nombre, comme élément et comme lien ». — « Dès que, faisant abstraction de la nature particulière des objets donnés et des qualités propres qui les distinguent, on considère chacun d'eux comme *un*, c'est-à-dire qu'on le réduit à une unité, et qu'on embrasse toutes ces unités abstraites dans un même acte de pensée, on a l'idée du nombre entier. » On ne saurait mieux éclairer par des mots ce qu'est l'idée d'un nombre cardinal, ni mieux faire apercevoir en même temps les difficultés qu'elle comporte. De ce point de vue, la question de *l'invariance* du nombre entier ne se pose pas, puisque, dans la définition du nombre, l'ordre des unités n'intervient pas plus que n'importe quelle autre distinction entre les unités. Mais il faut avouer que, si l'on a supprimé cette question, c'est à la condition de laisser subsister une sorte d'antinomie dans le nombre, dont les unités sont à la fois indistinctes et susceptibles d'être distinguées.

En parlant de « collection d'unités » M. Couturat n'a rien dit pour exprimer que cette collection était *finie*. Il y a là une difficulté[1] réelle. L'idée de « fini » est-elle impliquée dans celle de collection et ne peut-on « embrasser dans un seul acte de pensée » une infinité d'objets? Il est difficile de dire ce qu'est l'infini, peut-être aussi est-il difficile de dire ce qu'est le fini. N'y a-t-il d'autre réponse que celle de M. G. Cantor : « Toute collection est finie, qui ne peut être équivalente à l'une de ses parties »? Et si c'est là la seule réponse, n'est-il pas bien digne de remarque que ce soit le fini qu'il faille caractériser par une propriété négative?

Revenons à la définition du nombre cardinal qu'a donnée M. Couturat et qui résume une très belle critique des définitions qu'il a empruntées

[1] *De l'Infini mathématique*, par Louis Couturat. Paris, F. Alcan, 1896. Cet ouvrage a été présenté comme thèse pour le doctorat à la Faculté des Lettres de Paris.

[2] Il convient de signaler sur ce sujet la très intéressante *Philosophie des Arithmetik*, de M. Husserl.

[1] Je dois cette observation à mon frère, M. Paul Tannery.

aux meilleurs maîtres. Je regrette que, restant à son point de vue, il n'ait pas parlé plus longuement de l'égalité et de l'inégalité d'une part, du dénombrement de l'autre. Il semble dire que cela regarde les mathématiciens, mais il a fait lui-même trop de Mathématiques dans sa thèse, pour qu'il soit défendu de lui demander de nous éclairer un peu sur ces points, dont il a bien parlé, mais surtout pour critiquer ce que disent les autres. Dans le chapitre où il a exposé sa propre pensée, il s'enferme dans l'idée d'*un* nombre cardinal; encore faut-il pouvoir comparer deux nombres cardinaux, et analyser comment on parvient à la connaissance explicite du nombre cardinal d'une collection donnée.

En parlant de la définition, d'après M. Stolz[1], de de l'égalité de deux « pluralités » par la correspondance un par un de leurs éléments, il s'exprime ainsi : « Deux ensembles ainsi coordonnés ne sont pas seulement égaux ou équivalents, ils sont *identiques*; en tant que pluralités d'unités, ils sont le même nombre. » Cette façon de parler me semble parfaitement cohérente avec la définition précédente : Alors, il n'y a pas à parler de nombres égaux, il n'y a qu'un nombre de chaque espèce : il n'y a pas de nombre égal à trois, il y a *trois*. Encore faudrait-il dire ce que c'est que deux nombres différents, en quoi ils diffèrent, ce qui caractérise le plus grand et le plus petit. N'en avons-nous idée que par la coordination des éléments de l'un à une partie des éléments de l'autre? On n'aura pas d'autre ressource que cette coordination lorsqu'il s'agira, plus tard, de définir cette puissance d'un nombre infini; mais il faut observer dès à présent qu'on ne peut coordonner les unités d'une collection aux unités d'une autre collection sans les distinguer entre elles d'une façon plus précise que ne semble le permettre la définition du nombre cardinal. Peut-être, la pensée de M. Couturat est celle-ci : La définition de l'addition, conçue comme la réunion de deux collections, se rattache immédiatement à la définition du nombre cardinal, qui peut ainsi être regardé comme la somme de ses unités : dès lors les nombres un, deux, trois, quatre..., se forment, sauf le premier, qui n'est que l'idée de l'unité toute seule, par l'addition d'une unité à celui qui précède : la *suite naturelle* des nombres est constituée, tous les nombres de cette suite sont différents, et chaque nombre est plus grand que celui d'où il a été déduit par l'addition d'une ou de plusieurs unités.

La notion de suite naturelle une fois acquise, on peut se demander si ce n'est pas le fait d'appartenir à cette suite qui caractérise le nombre fini? Reste la question de savoir si l'on peut atteindre ainsi, par des adjonctions successives d'unités, n'importe quelle collection donnée, finie au sens vulgaire et vague du mot, ou au sens négatif précisé par Cantor. Est-ce cette question qu'avait en vue M. Couturat lorsqu'il a écrit cette note : « Rien ne permet d'affirmer que, par ce procédé, on obtient toutes les collections possibles d'unités »? S'il range les collections infinies dans les *collections possibles*, c'est la difficulté que je signalais un peu plus haut; si, par « collections possibles », il entend les collections finies possibles, c'est la question même que je viens de poser. Personne, à ce que je crois, n'hésiterait sur la réponse à faire; mais, pour donner à cette réponse une valeur démonstrative, je ne vois pas d'autre moyen que d'invoquer la définition du fini telle que l'a donnée M. Cantor, et d'établir que toute collection qui ne sera pas atteinte par cette addition successive d'unités au moyen de laquelle se forment les termes de la suite naturelle, est forcément équivalente à quelqu'une de ses parties.

M. Couturat rattache à la suite naturelle l'idée de rang : reste à savoir si la définition qu'il donne ainsi du rang est une « définition de mot ou une définition d'idée » : si l'idée de succession n'intervient pas dans la formation même de cette suite; si le mot *suite* lui-même n'implique pas cette idée, ainsi que les additions *successives* d'unités, et si cette idée n'est pas moins que celle de nombre cardinal une forme nécessaire de notre pensée. Est-il certain qu'une de ces formes doive être regardée comme antérieure, et l'autre comme dérivée? On comprend assez que je n'aie pas la prétention de répondre à cette question, non plus qu'à celles qui se rapportent au rôle de l'idée de *temps* dans la formation de l'idée de nombre.

II

J'arrive au *dénombrement*, que M. Couturat a eu raison de soigneusement distinguer du *nombre*. Le dénombrement d'une collection donnée n'est qu'une opération contingente par laquelle nous arrivons à la connaissance effective du nombre de cette collection, que notre vue ne nous permet pas d'embrasser d'un seul coup d'œil, et dont nous comptons successivement les éléments. Cette fois, il n'y a pas de doute : pour *faire* l'opération, il faut du temps. On compte d'abord un élément, puis un autre encore... Pour cela, il est nécessaire de distinguer effectivement les éléments et, s'ils n'étaient pas suffisamment distincts, de leur attribuer des marques différentes; on les range dans un ordre

[1] *Vorlesungen über allgemeine Arithmetik*. C'est un livre fort intéressant auquel M. Couturat a rendu, en passant, un juste hommage.

déterminé, et l'on rétablit ainsi momentanément ces différences entre les unités qui s'effacent dans le nombre ; elles s'effacent au fur et mesure de l'opération, pour les objets que l'on a comptés, qui sont à chaque instant réunis dans un acte synthétique de mémoire et nettement séparés de ce qui n'est pas eux, des objets que l'on n'a pas encore comptés ; à la fin de l'opération, toute la collection est embrassée dans un acte, il ne reste plus dans l'esprit que le souvenir des unités de la collection, réunies dans un nombre ; ce souvenir des distinctions qui existaient où que l'on a créées entre les objets, et en particulier de l'ordre dans lequel on les a comptés, s'est évanoui et, avec lui, s'évanouit la question de savoir si l'on serait arrivé au même nombre en comptant dans un autre ordre : la seule question est de savoir si l'on a compté tous les objets et chacun pour une unité.

S'il en est ainsi, la démonstration de l'*invariance* du nombre, qu'a donnée von Helmholtz, n'apparaît plus que comme une vérification [1] ; il semble bien, en effet, comme l'a remarqué M. Couturat dans des pages qui sont parmi les meilleures et les plus fortes de son livre, que, pour donner à cette preuve toute sa solidité, il faut y introduire cette idée des « unités permanentes » qui est la base même du nombre cardinal, et von Helmholtz paraît l'avoir reconnu lui-même quand il écrit : « Les objets nombrés ne doivent pas, pendant qu'on les compte, disparaître, se fondre les uns dans les autres, ou se diviser... »

L'effort du grand savant, pour fonder sur le nombre ordinal, sur la seule idée de rang, l'Arithmétique et par suite l'Analyse entière, n'en reste pas moins très beau. On dira, si l'on veut, que la science que l'on construit ainsi est toute vide et formelle : cela n'est pas pour détourner ni étonner quelques esprits, qui trouvent leur principal sujet d'étonnement dans le fait que les Mathématiques s'appliquent à quelque chose. Au reste, cette préférence pour le nombre ordinal n'est pas particulière à von Helmholtz et l'on sait assez qu'elle était partagée par Kronecker. A ce dernier, M. Couturat reproche d'être moins bon philosophe que von Helmholtz : le reproche peut être juste sans être blessant : mais Kronecker avait assurément des parties de l'esprit philosophique, et à un rare degré la puissance de concevoir un système et d'en poursuivre la réalisation [2].

Quoi qu'il en soit, et quelque conception qu'on se fasse du nombre entier, cette conception implique déjà l'idée de l'infini et cela d'une façon nécessaire : chaque nombre entier est suivi d'un autre nombre entier, et le mot suivi n'est employé là que faute d'un autre : en même temps que je pense le nombre n je ne puis m'empêcher de penser le nombre $n+1$. Le nombre n, détermine le nombre $n+1$, et ce dernier existe dans ma pensée au même titre que le nombre n. La loi de formation des nombres entiers, le passage d'un nombre au suivant, enveloppe d'un seul coup tous les nombres entiers. Sans doute, je ne puis avoir qu'une image confuse de la suite des nombres entiers, une image qui se brouille ; dès que les nombres s'éloignent un peu, j'ai une idée claire de cette suite dans sa loi ; je n'imagine pas les nombres entiers dans leur suite infinie, je les comprends dans leur loi de formation.

Quant à la discussion sur l' « existence » ou la « non-existence » de l'infinité des nombres entiers, j'avoue que je la saisis mal. C'est le sens du mot *exister* qui n'est pas clair. A coup sûr, si quelqu'un dit qu'il « existe » une infinité de nombres entiers, il n'entend point que cette infinité de nombres entiers est écrite quelque part, dans quelque gros livre ; il ne s'agit que d'une « existence » dans notre pensée ; or, notre façon de penser l'infinité des nombres entiers consiste essentiellement à penser la loi de formation de ces nombres, qui en implique l'infinité. Je ne comprends guère non plus les distinctions où l'on se fatigue sur l'infini et l'indéfini ; je me borne à observer, à propos de ces distinctions, que la loi de formation des nombres entiers a un caractère essentiellement positif et affirmatif : elle affirme le nombre $n+1$ au même titre que le nombre n, et il me semble qu'il n'y a rien d' « indéfini » dans une telle affirmation.

III

Ainsi, la première fois que la notion de l'infini se présente dans les Mathématiques pures, c'est sous forme d'une loi qu'elle apparaît ; est-ce sous cette même forme qu'elle se présentera toujours ? J'es-

[1] On sait qu'elle consiste essentiellement à admettre que le nombre ne change pas quand on change l'ordre de *deux* objets de la collection.

[2] A propos de Kronecker, je voudrais indiquer quelques réserves sur une note où M. Couturat expose les idées de l'illustre algébriste sur les nombres fractionnaires, négatifs, imaginaires, algébriques... Le système de Kronecker consiste à substituer, partout où il en a besoin, des congruences aux égalités. Ces congruences doivent rester des congruences et ne pas être transformées en égalités, et c'est en congruences que s'expriment les théorèmes d'algèbre. Le passage de Kronecker, que cite M. Couturat, où il est question d'une congruence qui se transforme en égalité quand on annule le module, me paraît simplement destiné à expliquer comment on pourra traduire son langage en énoncés ordinaires ; mais ce langage est parfaitement cohérent ; le module ne doit pas être annulé. Il y a quelque excès à taxer « de vanité » l'introduction des congruences, puisque les congruences sont utiles en elles-mêmes, sinon partout nécessaires ; et il est inexact de dire qu' « on a subrepticement introduit dans les formules les notions qu'on voulait éviter comme absurdes. »

time que oui, si toutefois on donne une extension suffisante au mot « loi », et si l'on entend qu'il peut signifier ce qui n'est pas exprimable par une formule. Il y a là quelque chose d'assez difficile à expliquer, et que, pour ma part, je n'ai bien compris que grâce à un de mes anciens élèves, M. Jules Drach, dont le sens philosophique est très pénétrant[1].

Une loi qui n'est pas formulée, et qui ne peut pas être formulée, cela est bien contraire aux habitudes de notre langage, et le mot « *détermination* » serait peut-être préférable, mais les mots n'importent guère, pourvu qu'ils ne trompent pas. Restons dans le domaine des nombres entiers. La loi de formation de ces nombres indique nettement, en quelques mots, dans quel ordre ils sont rangés dans la suite naturelle 1, 2, 3,...: Après le nombre n vient le nombre $n+1$. Le mathématicien aura souvent besoin de considérer d'autres suites, infinies comme la suite naturelle, mais dans lesquelles les nombres entiers, ou seulement quelques-uns de ces nombres entiers, seront rangés dans un autre ordre déterminé. Pour prendre un exemple, qui est d'un usage continuel, considérons d'une part la suite naturelle, d'autre part, les dix nombres (ou chiffres) 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Je puis imaginer qu'à chaque nombre entier n corresponde un chiffre déterminé, que je désignerai par $\varphi(n)$. Je définirai une suite infinie :

$$(a) \qquad \varphi(1),\ \varphi(2),\ \varphi(3),\ \ldots,\ \varphi(n),\ \ldots$$

parfaitement déterminée, et l'idée de cette suite ne contient rien de plus, au point de vue philosophique, que l'idée de la suite naturelle des nombres entiers, si ce n'est toutefois l'idée de *correspondance*, sur laquelle il convient d'insister un peu.

Le mot de *correspondance* est, comme on sait, d'un usage continuel en Mathématiques : il signifie la pensée simultanée de deux objets distincts : quand je pense l'un de ces objets, je pense l'autre ; la pensée d'un objet éveille la pensée de l'autre. Ici quand je pense le nombre n, je pense, en même temps, le chiffre $\varphi(n)$. Cette notion est très claire, si je me donne la « formule de la correspondance », le moyen, lorsque je connais le nombre n, de choisir, sans me tromper, celui des chiffres 0, 1, 2, ...,9 qui est $\varphi(n)$. Toutes les fois que la correspondance entre n et $\varphi(n)$ sera ainsi formulée, l'idée de la suite infinie

$$\varphi(1),\ \varphi(2),\ \ldots,\ \varphi(n),\ \ldots$$

sera tout aussi claire que celle de la suite naturelle 1, 2, ..., n,... Sera-t-il légitime de parler d'une pareille suite, en disant seulement que la correspondance entre n et $\varphi(n)$ est déterminée, sans rien spécifier sur la nature de cette détermination ? Il semble tout d'abord qu'il n'y ait aucune difficulté et qu'on entende seulement parler d'une suite, pour laquelle la « formule » de la correspondance est quelconque. Un raisonnement sur la suite considérée qui ne dépend pas de cette formule sera valable, quelle que soit cette formule : il sera toujours valable. Cette conclusion est trop rapide : elle suppose, en effet, que la formule existe, que la correspondance puisse être formulée. Or, cette possibilité n'est nullement impliquée dans le fait que la correspondance est déterminée. Je puis penser la correspondance comme étant déterminée, et comme ne pouvant pas être décrite. C'est précisément l'infinité des nombres entiers qui oblige à faire cette distinction : si, au lieu de considérer l'infinité des nombres entiers, je me bornais à considérer un million de ces nombres, si n ne pouvait être, par exemple, que l'un des nombres 1, 2, 3, ..., 1.000.000, il est clair que toute correspondance entre n et $\varphi(n)$ pourra être *décrite* : Si l'on considère, en effet, une telle correspondance, il suffira d'écrire, les uns à la suite des autres, les nombres 1, 2, 3, ..., 1.000.000, et, au-dessous de chacun de ces nombres le chiffre $\varphi(n)$ qui lui correspond : le tableau ainsi formé sera, si l'on veut, la *formule* de la correspondance, car il n'importe nullement que cette formule soit simple ou compliquée : la loi de la correspondance ne sera alors que la description d'un fait, description qui ne comporte aucune abréviation, aucune règle ou formule analytique qui permette d'embrasser plusieurs cas en un seul ; pour connaître la correspondance, il faudra faire un million d'expériences, regarder quel chiffre est placé au-dessous de chacun des nombre 1, 2, ..., 1.000.000. Sans doute, après avoir fait ce million d'expériences, l'algébriste pourra, par la théorie de l'interpolation, établir une formule unique qui exprimera explicitement $\varphi(n)$ au moyen de n, mais cette formule ne sera rien de plus que le tableau précédent, elle le suppose (et le résume) tout entier ; si l'on admet que le nombre n prenne une valeur de plus, et que, à cette nouvelle valeur, corresponde encore un des chiffres 0, 1, ..., 9, il faudra peut-être changer la formule, pour exprimer cette nouvelle correspondance, puis la changer encore si l'on considère un nombre de plus et le chiffre correspondant. Nous ne pouvons évidemment réaliser ni le tableau, ni la formule d'interpolation correspondante, ni aucune règle analogue, pour *tous* les nombres entiers, et cependant nous concevons nettement la détermination de $\varphi(n)$ indépendamment de toute règle explicite qui formule, qui spécifie cette détermination. Et, en fait, certains raisonnements que font les mathématiciens sur une suite infinie telle

[1] Cette attribution s'applique naturellement aux idées analogues que j'essaie d'exprimer un peu plus loin sur les ensembles infinis.

que la suite (a) suppose seulement cette détermination, nullement que cette détermination soit spécifiée. Je puis, par exemple, affirmer que, dans la suite considérée, l'un au moins des chiffres 0, 1, 2, ..., 9 se trouvera répété une infinité de fois, c'est-à-dire que, quel que soit le nombre entier a que l'on me cite, j'en citerai un plus grand $a+1$, et j'affirmerai que ledit chiffre est répété $a+1$ fois dans la suite.

Quelques mathématiciens s'interdisent d'envisager de pareilles suites; ils ne veulent considérer, pour ainsi dire, que cet infini qui tient dans une formule explicite, ou dans une formule qui peut être conçue comme explicite. A la vérité, cette restriction est légitime, si on veut limiter les recherches à certaines catégories de nombres, dont la génération puisse être toujours formulée. Mais il est hors de doute qu'il soit nécessaire d'admettre, dans les spéculations mathématiques, de ces déterminations impossibles à formuler, si l'on veut embrasser dans toute sa généralité l'idée de nombre, de ce nombre qui, suivant la forte expression de Descartes, heureusement rappelée par M. Couturat, *imite l'étendue*. Je n'y vois d'ailleurs aucun empêchement : l'idée de *détermination*, toute pure, indépendamment d'une formule qui l'exprime, est claire en elle-même, et je demande au lecteur la permission de continuer à la désigner, à l'occasion, par le mot *loi*[1], sans m'inquiéter de savoir si cette détermination, qui se poursuit à l'infini, implique la « réalité » actuelle ou non de l'infini.

IV

S'il s'agit toujours, comme dans le livre de M. Couturat, d'une « réalité » dans notre pensée, je répéterai ce que j'ai déjà dit à propos de l'existence, que le sens du mot est passablement obscur, qu'on peut bien se dispenser de l'écrire, et qu'il suffit au mathématicien de fixer sa pensée sur l'*idée* de loi, qui est claire. C'est la loi qui est réelle. Mais si le lecteur n'est pas un idéaliste intransigeant, et si les mots « réalité extérieure » ont un sens pour lui, il me permettra de dire qu'il n'y a, à ce que je crois, aucune contradiction entre ces mots « *réalité* » et « *infini* ». C'est une question qui a un sens que celle-ci : « Y a-t-il un nombre fini ou infini d'étoiles? » Sans doute il est impossible de répondre expérimentalement à cette question, et il est bien certain que nous ne compterons jamais qu'un nombre fini d'étoiles; mais il est tout aussi impossible de répondre à cette question par des raisonnements logiques : de deux choses l'une, ou il y a un nombre déterminé d'étoiles, un nombre que je pourrais écrire en chiffres, si je le connaissais, ou il n'en est pas ainsi; aucun raisonnement logique, pas plus qu'aucune expérience, ne permettra de décider laquelle des deux affirmations est vraie; si c'était la seconde qui fût vraie, je pourrais affirmer ceci : quel que soit le nombre entier a que vous me citerez, je puis affirmer qu'il y a $a+1$ étoiles; cette affirmation qui, encore une fois, a un sens, a la même signification que celle-ci : il y a une infinité d'étoiles.

Si je me suis laissé aller à cette digression qui n'a rien à faire avec les Mathématiques, c'est qu'elle me fournit un semblant d'exemple qui, tout saugrenu qu'il est, contribuera peut-être à suggérer l'idée de ce que j'ai voulu dire en parlant de déterminations qui ne peuvent être formulées.

Admettons qu'il y ait une infinité d'étoiles, que la distance entre deux étoiles quelconques soit supérieure à un million de kilomètres, par exemple, qu'il n'y ait pas deux étoiles qui soient à la même distance de la Terre et enfin que, sur chaque étoile, soit inscrit l'un des chiffres 0, 1, 2, ..., 9, sans qu'on sache rien de plus que ceci : sur chaque étoile il y a un de ces numéros, et un seul; on ignore, d'ailleurs, entièrement quel numéro il y a sur telle ou telle étoile. Des suppositions qui ont été faites, il résulte qu'on peut faire correspondre chaque étoile à un des nombres de la suite naturelle, la première étant la plus rapprochée de la Terre, la seconde étant la plus rapprochée après celle-là, etc. Il est clair qu'à chaque étoile correspond un nombre entier, car une étoile est à un nombre déterminé N de kilomètres de la Terre et dans une sphère dont le centre est sur la Terre et dont le rayon est de N kilomètres, il ne peut y avoir qu'un nombre fini d'étoiles, distantes entre elles d'au moins un million de kilomètres. Si le lecteur tenait à avoir une limite supérieure de ce nombre, je le renverrais à la *Geometrie der Zahlen* de M. Minkowski. Si un « infiniste » résolu venait se mettre à la traverse et me dire qu'il y a peut-être des étoiles qui sont à une distance infinie de la Terre, je le prierais de laisser de côté ces étoiles-là, et de me permettre de terminer mon raisonnement. Chaque étoile correspond donc à un nombre entier déterminé; inversement, à chaque nombre entier correspond une étoile déterminée; par exemple, il y a bien une étoile qui est la millième, sans quoi, il n'y aurait pas mille étoiles en tout. Ceci posé, à chaque nombre entier n je fais correspondre celui des chiffres qui est inscrit sur la $n^{\text{ième}}$ étoile. La correspondance est déterminée, et il est impossible, sans aller visiter chaque étoile l'une après l'autre, et sans être allé dans la dernière, qui n'existe pas, d'exprimer cette correspondance par aucune formule.

[1] A la soutenance de la thèse de M. Couturat, M. Boutroux a fait très fortement ressortir ce fait que l'idée de *loi* est ce qu'il y a d'essentiel dans l'infini mathématique.

Je demande pardon de cette fantaisie, dont le réalisme grossier aura peut-être choqué le lecteur à jeun; il ne faut la prendre que comme une image destinée à suggérer une idée à laquelle on n'est pas très habitué : celle d'une détermination qui se poursuit à l'infini et qui ne peut être formulée. Quant à donner un exemple positif d'une telle détermination, cela est manifestement contradictoire dans les termes, et si un exemple est impossible à trouver, on m'excusera d'être allé le chercher un peu loin. Je reviens aux Mathématiques.

V

L'infinité des nombres entiers, conçue dans le mode unique de génération de ces nombres, apparaît comme un tout: rien n'empêche d'isoler par la pensée une partie de ce tout, de considérer certains nombres entiers, à l'exclusion de tous les autres. On peut, tout d'abord, considérer quelques-uns de ces nombres entiers, en nombre fini, que l'on désigne nominativement, les cent premiers nombres, par exemple, de la suite naturelle, ou tels autres que l'on voudra, qu'on supposera écrits dans un tableau : on a ainsi un « ensemble » fini de nombres entiers ; d'un tel ensemble on peut affirmer ceci : quel que soit le nombre entier que l'on cite, ou bien il fait partie de l'ensemble considéré, ou il n'en fait pas partie : pour le savoir, il suffira de regarder le tableau et de voir si, oui ou non, le nombre que l'on a cité y figure.

On peut aussi bien isoler, par la pensée, de l'infinité des nombres entiers, une infinité de nombres qui jouissent d'une propriété commune et exclusive, qui constituent, en quelque sorte, une espèce particulière de nombres entiers; par exemple, l'ensemble des nombres pairs, ou l'ensemble des nombres premiers; étant donné un nombre entier quelconque, on a des règles sûres pour décider s'il est pair ou non, s'il est premier ou non; il est inutile de multiplier les exemples de cette sorte. Des nombres entiers, en nombre fini ou infini, seront dits appartenir à un ensemble déterminé (E) si l'on peut affirmer d'un nombre entier quelconque qu'il est ou qu'il n'est pas l'un de ces nombres. Dans les exemples que j'ai cités, on donnait le moyen de reconnaître, sur un nombre entier quelconque, s'il faisait, ou non, partie de l'ensemble : les nombres de l'espèce considérée étaient caractérisés par une propriété commune et exclusive ; cette propriété qui les reliait, qui en faisait un tout, isolé dans le tout des nombres entiers, était formulée en termes explicites. Il n'y a rien, dans la considération de pareils ensembles, qui ne soit très familier à tous ceux qui ont commencé l'étude des Mathématiques, rien autre chose que la constatation de ce fait banal : il y a des caractères qui s'appliquent à une infinité de nombres entiers et qui ne s'appliquent pas aux autres, et l'on sait fort bien que ces caractères peuvent impliquer des propriétés de ces nombres, qui soient de vraies « propriétés », en ce sens qu'elles leur appartiennent « en propre », qu'elles n'appartiennent point à d'autres. Si j'énonce, par exemple, ce théorème : « Pour qu'un nombre premier impair soit la somme de deux carrés, il faut et il suffit qu'en le divisant par 4, le reste soit égal à 1 », je spécifie un ensemble déterminé, l'ensemble des nombres premiers qui sont de la forme $4n+1$, et en même temps j'énonce une autre propriété qui pourrait aussi bien caractériser cet ensemble ; je ne ferais que répéter dans un autre langage le précédent théorème si je disais : L'ensemble des nombres premiers qui sont de la forme $4n+1$ est identique à l'ensemble des nombres premiers qui sont la somme de deux carrés, c'est-à-dire que tout nombre qui fait partie du premier ensemble fait aussi partie du second, que tout nombre qui fait partie du second ensemble fait aussi partie du premier. Mais il importe d'observer que l'idée de détermination est indépendante de la possibilité de formuler en quoi consiste cette détermination. Il n'est pas nécessaire, pour qu'un ensemble soit déterminé, que l'on puisse effectivement reconnaître sur un nombre donné qu'il appartient ou qu'il n'appartient pas à cet ensemble, il suffit qu'on sache qu'il lui appartient ou qu'il ne lui appartient pas, et tout raisonnement reposant sur ce qu'on n'a le choix qu'entre ces deux suppositions sera valable. Il n'est pas nécessaire que la propriété commune qui caractérise les nombres d'un ensemble puisse être formulée en termes explicites : cette propriété consistera, si l'on veut, à faire partie de l'ensemble et, si elle est réduite à ce degré d'abstraction, elle ne pourra être décrite explicitement que si l'ensemble est fini : sa description est alors le tableau même des nombres qui constituent l'ensemble. Pour qu'il y ait ensemble, espèce, si l'on veut, il faut qu'il y ait séparation, il n'est pas nécessaire qu'on puisse dire en quoi consiste cette séparation : l'idée de l'espèce n'implique pas qu'on puisse énumérer les caractères qui spécifient les individus qui constituent l'espèce.

Les mêmes mathématiciens qui se refusaient à spéculer sur des correspondances qui s'étendent indéfiniment sans qu'on puisse les formuler explicitement, se refuseront à spéculer sur des ensembles qui ne sont pas définis par une propriété formulée explicitement et cette timidité ne les empêchera pas, à coup sûr, de découvrir des propriétés communes à tous les éléments de ces ensembles,

c'est-à-dire des théorèmes généraux, et, en particulier, des propriétés caractéristiques de ces ensembles, c'est-à-dire de ces théorèmes dont l'énoncé est parfait, en ce sens qu'il contient les conditions nécessaires et suffisantes pour que la propriété qu'il exprime soit vraie ; c'est là, diront-ils sans doute, l'objet propre du mathématicien, et, à coup sûr, le champ qu'ils limitent ainsi est assez vaste pour que la science s'y développe à l'aise. Mais, au point de vue logique, cette limitation n'est pas nécessaire, et les recherches de M. G. Cantor ont mis hors de doute que l'on pouvait atteindre des résultats considérables en s'en affranchissant.

VI

J'ai essayé de dégager, à propos des nombres entiers, ce qu'il y a d'essentiel au point de vue philosophique dans les deux notions (la suite infinie et l'ensemble infini) qui interviennent d'habitude dans les raisonnements mathématiques sur l'infini : c'est, dans les deux cas, l'idée d'une certaine détermination qui s'étend à une infinité d'éléments. C'est cette détermination, formulée, ou simplement supposée, qui est le nerf du raisonnement mathématique : celui qui voudra nier la conséquence de ce raisonnement devra ou bien nier la détermination, ou bien soutenir qu'elle s'applique seulement à un nombre limité de cas. L'infini dont le mathématicien parle, n'a rien de commun avec cette image confuse, vite perdue dans le brouillard, puis dans la nuit, qui se présente à notre imagination quand nous commettons la contradiction de vouloir nous représenter cet infini ; en tant qu'on raisonne sur lui, il est essentiellement déterminé.

On citera, si l'on veut, des raisonnements mathématiques qui n'ont pas cette parfaite rigueur. Mais qui voudrait soutenir que les mathématiciens ne font jamais que des raisonnements rigoureux et qu'ils donnent toujours, du premier coup, la meilleure forme à leur pensée? Dans bien des raisonnements, le défaut de rigueur n'est qu'une apparence, dont ne sont dupes que ceux qui n'ont pas pénétré le sens des termes ; il y a des façons usuelles et abrégées de parler, comme l'expression « passer à la limite » qui, tout en étant contradictoires dans les termes, ne trompent guère que ceux qui veulent se laisser tromper. D'autres raisonnements permettent une vue rapide et comme d'ensemble, qui toutefois devient confuse et imparfaite pour les détails ; ils remplacent de longs et fatigants circuits, qu'il faut poursuivre en tenant à la main une lanterne, qui éclaire très bien, mais seulement à deux pas ; d'autres raisonnements enfin sont nettement provisoires, et on le sait ; on les garde, en attendant qu'on en ait trouvé de meilleurs ; de pareils raisonnements correspondent à une divination incomplète de la vérité, et l'histoire montre assez que ces divinations comportent souvent une part d'erreur que le progrès de la science permettra d'éliminer un jour : le plus souvent, c'est grâce à l'affirmation provisoire d'un théorème, à l'étude de ses applications et de ses conséquences lointaines que se fera ce progrès qui permettra de distinguer nettement le vrai et le faux, de donner au théorème ses limites et sa signification précises.

Le vrai sens du « postulatum d'Euclide » serait-il jamais apparu aux mathématiciens s'ils étaient restés à le tourner, à le retourner, au lieu de le laisser derrière eux et de monter hardiment en avant? Aujourd'hui même, pour les parties de la science qui sont le mieux constituées, on renonce à les enseigner aux débutants dans un ordre rigoureusement logique. Telle difficulté est laissée systématiquement dans l'ombre et les plus scrupuleux des professeurs se contentent de signaler cette difficulté, ce trou noir qu'il faut enjamber, et que l'on éclairera plus tard.

L'étude des raisonnements imparfaits peut donner lieu à de très intéressantes recherches psychologiques et pédagogiques; la survivance même de quelques-uns de ces raisonnements ne prouve rien contre la rigueur mathématique.

Je me suis étendu longuement sur le nombre entier ; c'est que ce nombre, avec ce qu'il implique d'infini est, à ce que je crois, la matière essentielle et unique de l'analyse. On peut dire que toute relation analytique se résout définitivement en relations entre des nombres entiers, à condition d'entendre que ces relations peuvent concerner une infinité de nombres entiers. L'extension et la généralisation de l'idée de nombre ne me paraissent apporter aucun élément essentiellement nouveau.

VII

M. Couturat a traité avec soin et détail de cette généralisation des nombres fractionnaires, qui ne sont autre chose qu'un système de deux nombres entiers, des nombres irrationnels, sur lesquels je reviendrai tout à l'heure, parce que l'idée de l'infini y revient d'une façon nécessaire, des nombres positifs ou négatifs, qu'il appelle des nombres qualifiés, et qui ne diffèrent des nombres ordinaires que par le signe qu'on y attache, des nombres complexes, qui ne sont rien qu'un système de deux nombres réels, comme une fraction est un système de deux nombres entiers. Je soupçonne fort M. Couturat de n'avoir développé cette exposition autant qu'il l'a fait que pour rendre service

aux philosophes qui désirent acquérir quelques connaissances mathématiques et organiser celles qu'ils ont; c'est une intention fort charitable et qu'il a bien fait de réaliser; mais personne, à coup sûr, ne pouvait l'accuser de ne pas avoir les connaissances qu'il a montrées là, et cette partie aurait pu être fort abrégée si l'auteur n'avait voulu être lu que par ceux qui savent les Mathématiques, ou par ceux qui ne s'en soucient pas. L'infini n'a rien à faire ni avec les fractions, ni avec les nombres « qualifiés » ; il n'en est pas de même des nombres irrationnels, qui ne peuvent se passer de lui.

Pour la définition de ces nombres, qui ont été longtemps une pierre de scandale, M. Couturat expose les idées de M. Dedekind, qui me semblent les plus claires et les plus profondes parmi celles qui ont été émises sur ce sujet. On me permettra de ne pas reprendre cet exposé, et de rappeler seulement que, d'après M. Dedekind, la définition d'un nombre irrationnel consiste essentiellement dans une séparation des nombres rationnels en deux classes, chaque nombre rationnel contenu dans l'une des classes étant inférieur à chaque nombre rationnel de l'autre classe : en outre, la première classe ne contient aucun nombre qui soit supérieur à tous les autres nombres de la même classe ; la seconde classe ne contient aucun nombre qui soit inférieur à tous les nombres de la même classe. C'est cette séparation, cette « coupure » qui est l'essence du nombre rationnel. Ici encore, pour parler d'un nombre irrationnel comme déterminé, il suffit de concevoir cette coupure (ou les deux classes qu'elle sépare) comme déteminée; il n'est pas nécessaire qu'on dise, ni même qu'on puisse dire, comment elle est déterminée. Il va de soi que le nombre irrationnel ne sera *connu* que si cette détermination est formulée, que si l'on a le moyen effectif de reconnaître si un nombre rationnel donné doit être placé au-dessus ou au-dessous de la coupure. Si le nombre irrationnel est connu, dans ce sens, la suite infinie des chiffres décimaux qui permettent de le représenter sera aussi connue; on pourra formuler, d'une façon plus ou moins simple, la correspondance entre chacun de ses chiffres $\varphi(n)$ et le rang n qu'il occupe après la virgule. Inversement, si cette correspondance est formulée, elle définit explicitement la coupure; mais une suite infinie de chiffres décimaux, conçue comme déterminée, lors même qu'il est impossible de formuler cette détermination, doit être regardée comme déterminant aussi bien une coupure, un nombre irrationnel. Dès lors, l'ensemble de tous les nombres rationnels ou irrationnels possibles, l'ensemble de tous les nombres *réels*, est complètement défini, la notion de nombre est complète, pourvu que l'on ait étendu à tous ces nouveaux nombres la définition de l'égalité et des opérations fondamentales.

VIII

On voit alors disparaître les difficultés qui tenaient à ce que la notion de nombre était incomplète (limite d'une suite infinie, existence des racines d'une équation, etc...). On est enfin parvenu à ce nombre qui « imite l'étendue » : Si l'on considère, en effet, une droite et que, suivant les conventions habituelles, on fixe la position de chaque point sur la droite par son abscisse, à chaque point de la droite correspond maintenant un nombre réel et un seul; et il suffit que le point de la droite soit pensé comme déterminé, pour que le nombre correspondant doive aussi être pensé comme déterminé. Inversement, à chaque nombre correspond un point de la droite. Le *continu* a été reconstruit abstraitement avec les seuls concepts de nombre entier et d'infini : un *continu* (à une dimension), ce sera, si l'on veut, l'ensemble des nombres réels compris entre deux nombres fixes, qui doivent être regardés comme faisant partie de l'ensemble, dont ils sont les bornes.

C'est à M. G. Cantor que l'on doit d'avoir éclairci et précisé d'une façon mathématique l'idée, quelque peu vague, qui correspond au mot *continu :* il l'a fait au moyen de sa théorie des ensembles infinis. J'ai essayé de dire plus haut ce qu'il fallait entendre par un ensemble de nombres entiers; il va de soi que la notion d'un ensemble déterminé s'étend d'elle-même aux nombres quelconques, et j'ai déjà, sans en prévenir, employé le mot avec cette signification plus étendue. Mais on peut aller plus loin : il n'y a aucune difficulté de plus à concevoir un ensemble dont chaque élément sera un couple (a_1, a_2) de deux nombres, couple dans lequel il y aura un *premier* nombre a_1, et un *second* a_2; le premier et le second nombre ne jouant pas le même rôle, en sorte que les deux couples (a_1, a_2), $(a_2\ a_1)$ doivent être regardés comme distincts, à moins que l'on n'ait $a_1 = a_2$. Un tel ensemble sera un ensemble à deux dimensions; les ensembles que nous avions considérés jusqu'ici étaient des ensembles à une dimension, des ensembles *linéaires*. L'ensemble déterminé à deux dimensions dont les éléments sont tous les couples distincts que l'on peut concevoir comme formés d'un premier nombre réel et d'un second nombre réel, « imite » le plan, en ce sens que, à chaque point du plan correspond un élément de l'ensemble, dont le premier et le second nombre sont l'abscisse et l'ordonnée du point considéré; inversement, à chaque élément de l'ensemble correspond un point du plan. On « imitera » de même l'espace à trois

dimensions avec un ensemble à trois dimensions et il n'y aura aucune difficulté de plus à considérer des ensembles à quatre, cinq, ..., n dimensions. Je me bornerai à parler des ensembles à deux dimensions, car l'extension des notions qui suivent aux ensembles à plus de dimensions se fait d'elle-même.

Je viens de parler de l'ensemble déterminé dont les éléments sont tous les couples distincts possibles formés d'un premier et d'un second nombre réels. Il est clair qu'on peut aussi bien considérer des ensembles déterminés dont les éléments soient certains des couples distincts que l'on peut ainsi obtenir, par exemple tous les couples formés au moyen d'un premier et d'un second nombre rationnel, etc... Cela posé, appelons avec M. Jordan, *écart* de deux couples (a, b), (a', b') la somme des valeurs absolues des différences $a - a'$, $b - b'$. Puis, considérons un ensemble déterminé (E) à deux dimensions, comportant un nombre infini d'éléments : un couple (a, b) sera dit couple *limite* de (E) si, quelque petit que soit le nombre positif ε, il y a dans (E) une infinité de couples dont l'écart avec le couple (a, b) soit moindre que ε. L'existence de couples limites pour tout ensemble infini (E) tel que l'écart de l'un quelconque de ses éléments et du couple (0, 0) soit moindre qu'un nombre fixe donné résulte d'un théorème dû au mathématicien tchèque Bolzano. Un couple limite de l'ensemble (E) peut d'ailleurs appartenir ou ne pas appartenir à l'ensemble (E). L'ensemble (E′) des couples limites de l'ensemble (E) est ce que M. G. Cantor appelle l'ensemble dérivé de (E). Si les deux ensembles (E), (E′) sont identiques, c'est-à-dire si chaque élément de l'un appartient à l'autre, l'ensemble (E) est dit *parfait*. Pour qu'un ensemble (E) constitue un continu (à deux dimensions) il faut qu'il soit parfait, mais cela ne suffit pas, il faut encore qu'il soit *connexe* (*zusammenhängend*), c'est-à-dire que, si l'on considère deux éléments quelconques (α, α'), (β, β') de cet ensemble, il existe dans l'ensemble, quelque petit que soit le nombre positif ε, une suite finie d'éléments commençant à l'élément (α, α'), se terminant à l'élément (β, β'), tels que l'écart entre deux éléments consécutifs de cette suite soit moindre que ε. A ces conditions, l'ensemble (E) sera un *continu*. Il faut remarquer combien cette notion de continu est, pour ainsi dire, imprégnée d'infini : sans doute, l'infini est déjà inséparable du nombre entier, mais on peut, en quelque sorte, oublier cet infini en pensant à un nombre entier tout seul. Dès que l'on a construit le nombre rationnel, voici qu'entre deux nombres quelconques, entre 0 et 1 par exemple, il y a une infinité de nombres rationnels; mais, au moins, chacun de ces nombres, à lui seul, est bien fini, il n'est rien qu'un couple de nombres entiers. Ce n'est pas tout : nous ne sommes pas arrivés à ce continu, qui *remplit* tout l'intervalle de 0 à 1; le réseau infini des nombres rationnels est insuffisant, ce n'est encore qu'un pointillé; pour boucher les trous, qu'aucun microscope ne permettrait d'apercevoir, il faut une matière, dont chaque élément, le nombre irrationnel, est en quelque sorte plein d'infini, puisqu'il est inséparable de l'idée d'une suite infinie de nombres entiers, et nous allons voir tout à l'heure dans quel sens on peut dire qu'il faut infiniment plus de ces éléments pleins d'infini que de nombres rationnels pour réaliser le continu entre 0 et 1.

IX

Une autre notion essentielle que l'on doit à M. G. Cantor est celle de *puissance*, extension nécessaire et hardie de la notion de nombre. Si l'on considère deux ensembles (A), (B), il peut se faire qu'on conçoive une correspondance entre les éléments de ces ensembles telle que chaque élément de l'un ait son correspondant dans l'autre; on doit entendre, d'ailleurs, le mot correspondance en ce sens que si l'élément b de (B) correspond à l'élément a de (A), inversement c'est l'élément a de (A) qui correspond à l'élément b de (B); en d'autres termes, la correspondance doit être réciproque. S'il en est ainsi, les deux ensembles (A) (B) ont la même puissance : tel est le cas, par exemple, de l'ensemble des nombres entiers et de l'ensemble des nombres pairs, puisque à chaque nombre entier on peut faire correspondre son double, qui est un nombre pair; réciproquement, à chaque nombre pair, correspond sa moitié, dans l'ensemble des nombres entiers [1]. S'il est impossible de détacher de l'ensemble (A) une *partie* (A′), c'est-à-dire un ensemble (A′) dont chaque élément appartient à (A), qui soit de même puissance que (B), et si, au contraire, il y a une partie (B′) de (B) qui ait la même puissance que (A), on dira que la puissance de (B) est plus grande que la puissance de (A). Deux ensembles étant donnés, il faut : ou bien que leurs puissances soient égales, ou bien que la puissance de l'un soit supérieure à la puissance de l'autre. Cette notion de puissance donne naissance à une suite de symboles, que M. Cantor désigne sous le nom de nombres *transfinis*, et avec lesquels on peut opérer d'après des règles précises. Sans entrer dans cette théorie, je me bornerai à signaler les résultats suivants : l'ensemble des nombres rationnels est de la même puissance que l'ensemble des nombres entiers; l'ensemble des nombres réels est d'une puissance supérieure à

[1] On a là l'exemple d'un ensemble infini ayant la même puissance que l'une de ses parties, équivalent à l'une de ses parties.

l'ensemble des nombres entiers; cette puissance est la même que pour l'ensemble des nombres irrationnels ou que pour l'ensemble (continu) des nombres réels compris entre 0 et 1; ce dernier ensemble a la même puissance que n'importe quel ensemble continu à n dimensions. Pour ce qui est de la puissance, tous les continus s'équivalent, quelles que soient leurs dimensions.

Dans le cas de deux ou trois dimensions, on peut donner à ce théorème un énoncé géométrique : Si, par exemple, on considère un cercle et l'un de ses rayons, on peut établir entre l'ensemble (A) des points situés sur le rayon et l'ensemble (B) des points situés à l'intérieur et sur la circonférence du cercle une correspondance telle que chaque point de (A) corresponde à un point de (B), et inversement : il n'y a pas, en ce sens, plus de points dans le cercle que sur son rayon. Ainsi complété, un continu quelconque trouve son image dans un continu quelconque, et il n'importe pas que le nombre de dimensions soit le même dans un continu et dans l'autre : en un certain sens, la notion de dimension disparaît. Les images dont je viens de parler seraient singulièrement difficiles à lire ; les correspondances qu'a imaginées M. Cantor sont d'une nature compliquée, et, pour en revenir à l'exemple du cercle et de son rayon, M. Cantor ne s'impose nullement la condition qu'à deux points voisins situés sur le rayon correspondent deux points voisins de la surface du cercle ; M. Peano a réalisé une correspondance qui satisfait à cette condition : il a montré qu'on pouvait construire deux fonctions $\varphi(t)$, $\psi(t)$, continues quand t varie de 0 à 1 et telles que, dans ces conditions, le point dont les coordonnés sont

$$x = \varphi(t), \qquad y = \psi(t)$$

vient occuper toutes les positions possibles à l'intérieur d'un carré. Mais il est bien évident qu'une pareille correspondance ne pourrait avoir lieu avec des fonctions $\varphi(t)$, $\psi(t)$ qui admettraient des dérivées : il existe donc des classes de transformation (et ce sont de beaucoup les plus intéressantes) pour lesquelles le nombre de dimensions doit rester inaltéré, et cela suffit à séparer nettement les continus à une, deux, trois... n dimensions. Au contraire, c'est souvent par des transformations extrêmement simples qu'un continu, à deux dimensions par exemple, vient former son image dans un autre continu à deux dimensions, et l'étude de ces transformations est une des parties essentielles des Mathématiques. Bien que l'exemple qui suit ne réalise pas la transformation d'un continu en un continu, en employant ces mots dans le sens de M. Cantor, il suffira à faire comprendre au lecteur le moins versé dans les Mathématiques, comment chaque point de l'espace peut venir former son image à l'intérieur d'une sphère de rayon égal à un mètre : il suffira de joindre le point A au centre O de la sphère et de lui faire correspondre le point A′ situé sur OA et tel que l'on ait

$$OA' = \frac{OA}{1 + OA};$$

à chaque point de l'espace correspondra un point de l'intérieur de la sphère, et chaque point situé à l'intérieur de la sphère sera le correspondant d'un point de la sphère. L'espace tout entier n'est pas plus infini que cet intérieur de sphère.

M. Couturat a fort bien résumé, dans une note placée à la fin de son livre, les principaux résultats obtenus par M. Cantor; il me semble qu'il aurait dû leur faire une place plus grande et meilleure. Ces résultats prouvent que, en fait, il est possible de raisonner sur l'infini, et d'en atteindre quelques propriétés positives, en partant de la seule idée d'une certaine détermination se poursuivant jusqu'à l'infini. Les spéculations de M. Cantor, qui, il faut bien le dire, n'ont rendu encore dans les Mathématiques proprement dites, telles qu'elles sont organisées, que des services limités, n'en ont pas moins une haute portée philosophique. Il semble à quelques personnes que ces spéculations sont la seule contribution vraiment nouvelle apportée par les Mathématiques modernes à la notion de l'infini.

Il appartenait à M. Couturat de faire ressortir cette portée, plus encore qu'il ne l'a fait. A-t-il eu peur d'effaroucher les philosophes, ou de fâcher les mathématiciens qui n'aiment pas les idées de M. Cantor? Ou bien, aurait-il, sans le savoir, été gêné par ces spéculations même qui, avec le nombre seul, réalisent un parfait équivalent de la grandeur continue? Eh quoi! n'y a-t-il rien de plus dans la grandeur que dans le nombre, et l'*imitation* vaut-elle l'original? Je la crois, pour ma part, supérieure en précision et en puissance, et je pense qu'il faut en arriver à construire la grandeur à l'imitation du nombre. La notion de grandeur, qui garde quelque chose de confus, est provisoire; elle a été utile, parce qu'elle a aidé à l'élaboration de cette idée de nombre sur laquelle M. Couturat s'est si longuement étendu; je ne crois pas qu'elle la justifie, je ne crois même pas qu'elle ait joué, dans cette élaboration, un rôle nécessaire. Le nombre entier seul y suffisait[1], avec cette passion des hommes pour les jeux logiques, qui se manifeste déjà si vivement chez les enfants en quête de devinettes, de charades, de rébus et de mots

[1] Je laisse de côté l'objection très sérieuse de ceux qui pourraient soutenir que l'idée de grandeur était nécessaire pour la formation de l'idée de nombre entier.

carrés. N'y a-t-il pas, dans les plus petites villes et les plus reculées, des hommes sérieux qui passent de longues heures à chercher des problèmes d'échecs ou de dominos, et qui éprouvent une joie analogue à celle du mathématicien qui se voit imprimé dans les *Comptes rendus*, lorsqu'ils trouvent à la dernière page d'un journal illustré leur nom, ou même un pseudonyme modeste, comme l'« Œdipe du café du Mans », qui les désigne suffisamment, et, puisque cette passion pour les combinaisons logiques est si répandue, faut-il s'étonner qu'elle soit ressentie par quelques hommes de génie? Sans doute, c'est l'idée de la grandeur continue qui a donné naissance aux fractions ; mais quel plaisir n'aurait pas éprouvé le penseur qui aurait observé qu'avec un symbole composé de deux nombres entiers on pouvait rendre possibles toutes les divisions, et que l'on pouvait conserver, pour le calcul de ces symboles, les lois essentielles du calcul des nombres entiers? N'est-ce pas les « solutions fausses » des équations, plus encore que leur interprétation géométrique, qui a donné naissance aux nombres négatifs? Le problème de l'extraction de la racine carrée, avec une approximation indéfinie, ne pouvait-il se poser sans parler de l'incommensurabilité du côté du carré et de sa diagonale? Pour les nombres imaginaires, chacun sait qu'ils ont eu, en fait, une origine purement algébrique : ils se sont présentés à propos de l'équation du second degré; les mathématiciens les ont employés hardiment sans se préoccuper d'en faire une théorie rigoureuse, et c'est le succès seul qui a justifié cette hardiesse, non la représentation géométrique des imaginaires. Il n'y a rien de plus dans cette représentation géométrique que ce fait : à tout système de deux nombres réels on peut faire correspondre un point. En quoi cette représentation géométrique éclaire-t-elle la vraie nature des nombres imaginaires et donne-t-elle le secret de leur importance?

Aucune des théories, parfaitement rigoureuses, sur lesquelles on peut appuyer leur introduction, et qui reviennent toujours à considérer deux nombres réels réunis dans un même symbole, ne donne ce secret : Pourquoi ce symbole, créé pour le second degré, suffit-il pour les équations de tous les degrés[1]? Comment prévoir, sur la définition de ce symbole, son importance dans le domaine du transcendant, dans le calcul intégral, et le rôle, si étrangement prépondérant, des fonctions analytiques? Non, en créant ce symbole, les mathématiciens n'étaient guidés par aucune idée de grandeur, pas plus que ceux qui, plus tard, en étudiant les nombres entiers algébriques, ont créé les « idéaux » pour retrouver dans la théorie de ces nombres les lois de la divisibilité des nombres entiers. Dans cette merveilleuse organisation de l'idée de nombre, il semble que l'homme se soit joué des obstacles les plus impossibles à surmonter, qui l'attiraient et qu'il a plus d'une fois réussi à tourner ; l'obstacle n'était vraiment dépassé que quand l'homme avait retrouvé, souvent démesurément agrandies, les lois qui régissaient la région qu'il venait de quitter ; son goût esthétique pour l'ordre, pour ce qui est à la fois nouveau et le même, était satisfait pour un instant ; mais les jouissances de l'esprit, elles aussi, passent vite ; d'autres obstacles se dressaient qu'il fallait encore tourner pour acquérir un instant l'illusion d'être arrivé au but.

X

Revenons à l'infini : s'il est nécessaire, il n'importe pas beaucoup qu'il soit commode. Il me semble que M. Couturat a trop insisté sur les commodités de l'infini. Une équation du premier degré $ax = b$ a toujours une racine, et une seule, lorsque a n'est pas nul. Par une haine toute philosophique contre les exceptions, M. Couturat veut qu'elle ait toujours une racine, et que cette racine soit infinie lorsque a est nul : ce langage est souvent commode, mais, par cela même qu'il faut l'expliquer, on voit assez qu'il n'est pas nécessaire, et M. Couturat aurait pu craindre la plaisanterie un peu facile, mais qui trouverait trop souvent sa place, de ceux qui l'auraient accusé d'appeler infini ce qui n'existe pas. Il insiste avec raison sur la légitimité du symbole $\frac{1}{0}$, tout aussi légitime, dit-il, que le symbole $\frac{0}{1}$; je dois ajouter qu'il a écrit un intéressant chapitre sur la corrélation entre le zéro et l'infini : il est vrai que, au point de vue de la grandeur, on conçoit aussi difficilement le « devenir nul » que le « devenir infini ». Mais, pour en revenir au symbole $\frac{1}{0}$, si ce symbole est légitime, en tant que symbole, il faudrait craindre de l'employer dans les calculs, et la crainte de se tromper dans les calculs est, pour le mathématicien, le commencement de la sagesse. Déjà le nombre 0 cause assez d'ennuis, parce qu'on ne peut diviser par 0 ; le nombre $\frac{1}{0}$, lui, ne pourrait se retrancher des deux membres d'une équation. Voilà sans doute pourquoi il vaut autant ne pas introduire ce symbole.

Des observations analogues s'appliqueraient à la phrase « deux droites parallèles se rencontrent à

[1] Je me rappelle encore l'impression d'étonnement que nous causait cette question, il y a trente ans, quand M. Hermite nous la posait dans ses conférences de l'Ecole Normale.

l'infini »; on sait qu'elle signifie la même chose que « deux droites parallèles ne se rencontrent pas à distance finie ». L'expression est commode dans beaucoup de cas, puisqu'elle permet de mettre plus d'unité dans les énoncés, mais elle n'est pas nécessaire; le point à l'infini sur la droite était indispensable à M. Couturat pour justifier le nombre infini $\frac{1}{0}$; mais, s'il n'avait pas introduit ce nombre, il n'aurait pas été obligé de le justifier. Pourquoi aussi, dans ces mêmes chapitres sur les commodités de l'infini, a-t-il employé si souvent les termes continuité, limite, etc., dans un sens autre que le sens très défini adopté par les mathématiciens? Ceux-ci, sans doute, ne s'y tromperont pas, d'autres lecteurs auraient dû être avertis; ils auraient dû être avertis aussi, plus tôt qu'ils ne l'ont été, de ce qu'il y a d'un peu précaire dans le rôle que jouent en Géométrie les éléments à l'infini du plan ou de l'espace : ce rôle change singulièrement suivant les pièces; ici, dans la Géométrie où l'on s'occupe des propriétés qui se conservent par transformation homographique, les points à l'infini d'un plan apparaissent comme étant en ligne droite; là, dans la Géométrie où l'on traite des propriétés qui se conservent par inversion, ces éléments apparaissent comme étant réunis en un même point, par où vont passer toutes les droites du plan, qui, maintenant, ont deux points communs, tandis que, tout à l'heure, elles n'en avaient qu'un. La nature qu'il convient d'attribuer aux éléments à l'infini dépend donc des méthodes de transformation. Ce n'est pas une nature qu'ils aient en propre : on n'a pas atteint une vraie propriété de l'infini, on n'a touché qu'un vêtement changeant, on n'a pas acquis des idées essentielles, on a appris quelques locutions, dont il est bon de savoir quand elles sont de mise. Ces locutions, M. Couturat devait assurément les signaler; il faut aussi lui savoir gré d'avoir fait connaître quelques-unes des idées de von Staudt, qui a été l'un des géomètres les plus profonds de ce siècle. Mais pourquoi a-t-il parlé si dédaigneusement des coordonnées homogènes? Ce n'est pas sans doute parce qu'elles mettent dans le langage et dans les raisonnements une clarté et une sûreté parfaites? Est-ce donc parce qu'elles éliminent l'infini là où il n'est pas nécessaire?

Un des problèmes importants que M. Couturat traite avec détail est celui de l'application du nombre à la grandeur. Sous quelles conditions une grandeur est-elle mesurable? Il s'est surtout occupé des grandeurs qu'on pourrait appeler directement mesurables, de celles pour lesquelles il y a proportionnalité entre la grandeur et la mesure. Le sujet est traité d'une façon très complète. Ici, les notions de nombre et de grandeur se recouvrent entièrement. Il y aurait intérêt[1] à étudier aussi le cas plus général où la proportionnalité n'est plus supposée et l'application du nombre à ces grandeurs pour lesquelles on ne suppose plus que les notions d'égalité, de plus grand ou de plus petit. Je ne veux m'arrêter que sur la notion d'égalité, parce qu'il y a là un point que l'auteur aurait pu mettre mieux en lumière; ce que l'on appelle communément les axiomes de l'égalité sont, comme l'a très bien vu von Helmholtz, des conditions imposées à la définition de l'égalité : ils consistent dans une suite de propositions que l'on peut rapidement énoncer comme suit :

1° On a $A = A$;

2° L'égalité $A = B$ entraîne l'égalité $B = A$;

3° Les égalités $A = B$, $B = C$ entraînent l'égalité $A = C$.

Ne conviendrait-il pas de rattacher ces conditions à la définition du *groupe?* Il me semble qu'on apercevrait mieux ainsi la nature de ces conditions, l'importance de chacune d'elles, et le caractère relatif de l'égalité.

XI

Les critiques que je me suis permises n'ont d'autre origine que la haute estime dans laquelle je tiens le livre qui a été l'objet de cet article, ni d'autre signification que celle-ci : l'auteur du livre et l'auteur de l'article pensent différemment sur quelques points. Il ne m'appartient point de parler des chapitres qui ont un caractère technique, du dialogue entre le finitiste et l'infiniste, ni surtout des antinomies de Kant. C'est une bonne règle que de respecter, au moins provisoirement, ce qu'on ignore. Si ce n'est pas une règle de morale, c'en est une de prudence, et l'on peut estimer qu'il n'y a aucune modestie à l'appliquer. Quoi qu'il en soit, la thèse de M. Couturat, en dehors même de sa valeur intrinsèque, légitime quelques espérances. On peut croire que la période fâcheuse où beaucoup de savants et de philosophes s'isolaient les uns des autres et se regardaient avec un peu de défiance et de dédain, touche à son terme. Il y en a d'autres signes : Ici même, ou dans la *Revue de Métaphysique et de Morale*, ou dans les préfaces de ses livres, M. Poincaré n'a pas craint d'aborder des problèmes nettement philosophiques et les a traités avec la liberté d'esprit, la lucidité et la puissance de pénétration qui lui sont coutumières. Il renoue ainsi une tradition qui est singulièrement glorieuse pour notre pays.

Jules Tannery,
Sous-Directeur et Maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.

[1] Je dois cette observation à M. Darboux.

L'ÉTAT ACTUEL
DE LA FABRICATION DE L'AMMONIAQUE

L'industrie de l'ammoniaque, bien qu'exercée dans une grande variété d'usines, dont aucune ne lui est spécialement affectée, offre une très grande importance économique, qui se développe tous les jours de plus en plus.

Il y a quelques années, l'industrie des eaux-vannes et des vidanges, dont l'ammoniaque constitue le principal produit, et l'industrie du gaz, dont l'ammoniaque représente un des plus intéressants sous-produits, étaient les seules sources de cette base.

Nos idées modernes sur les conditions économiques qui doivent régir toute industrie, ont amené certaines d'entre elles à recupérer la presque totalité de leurs sous-produits. C'est ainsi que nous avons vu se développer si rapidement la récupération de l'ammoniaque dans les fours à coke, dans les hauts fourneaux, dans la fabrication du sucre, dans les industries (telles que les industries métallurgiques, la verrerie, etc.) qui, au lieu de brûler la houille crue, la tranforment, au préalable, en gaz, dans des gazogènes de différents systèmes[1].

La production de l'ammoniaque s'est donc élevée très rapidement, répondant à des besoins nouveaux : production du froid au moyen de l'ammoniaque liquéfiée; emploi, en agriculture, du sulfate d'ammoniaque, engrais dont le débouché est devenu considérable; usage, dans l'industrie des explosifs, de nitrate d'ammoniaque; intervention de l'ammoniaque dans l'industrie du carbonate de soude, par les procédés Solvay, Schlœsing, etc.; enfin, fabrication, en plus faibles quantités, de chlorhydrate, carbonate et picrate d'ammoniaque, etc.

On voit, d'après cela, que, malgré son caractère de satellite, la production de l'ammoniaque a une importance économique égale à celle de bien des industries importantes.

I. — Historique.

L'ammoniaque fut connue sous forme de sel ammoniac, dès la plus haute antiquité. Certaines populations misérables de la vallée du Nil extrayaient ce sel, par sublimation lente, de la suie provenant de la combustion de la fiente des chameaux. Dioscoride, Pline le connaissaient parfaitement. En Europe on préparait l'ammoniaque sous forme de carbonate, par la distillation sèche des os et des cornes, d'où lui vient le nom d'*esprit de corne de cerf*. L'urine humaine fut ensuite utilisée. Enfin, en 1801, Lebon découvrit le gaz d'éclairage, qui devint alors la source la plus importante d'ammoniaque. Actuellement, l'ammoniaque récupérée dans les industries du coke, de la verrerie, en général des industries distillant la houille par l'emploi de gazogènes, commence à faire une concurrence très vive à l'ammoniaque des usines à gaz.

Divers essais ont été tentés dans le but de fabriquer l'ammoniaque synthétiquement, à l'aide de l'azote atmosphérique. Après les avoir rapidement indiqués, nous aborderons l'évolution de la production de l'ammoniaque dans les diverses industries dont elle a suivi, en qualité de produit secondaire, la marche constamment progressive.

II. — Ammoniaque de synthèse.

Depuis déjà longtemps, de nombreuses tentatives ont été faites dans le but de capter l'azote atmosphérique, soit sous forme d'ammoniaque, soit sous forme de cyanogène. Jusqu'ici, malheureusement, aucune, à notre connaissance, n'est arrivée à une solution complète et parfaite de la question.

Les diverses méthodes qui ont été mises en œuvre dans cet ordre de recherches, sont de quatre sortes :

1° Celles dans lesquelles on fait agir l'azote pur, ou l'azote mélangé de vapeur d'eau ou d'oxyde de carbone, ou de gaz d'eau, sur un mélange de charbon et d'un sel alcalin ou alcalino-terreux avec ou sans intervention de gaz acide;

2° Celles dans lesquelles on combine l'azote à l'hydrogène, au moyen de l'électricité;

3° Celles qui sont basées sur la formation d'azotures, par l'action de l'azote atmosphérique, dans de certaines conditions, sur certains métalloïdes, tels que le bore, le tungstène, le titane, ainsi que sur quelques métaux, tels que le magnésium, l'aluminium, le zinc, le fer, le lithium, le baryum, le strontium;

4° Celles dans lesquelles on combine l'azote à l'hydrogène par l'emploi de moyens de condensation particuliers, facilitant la combinaison; tels la mousse de platine, la ponce platinée, l'amiante et le charbon platinés, la mousse de fer, etc.

§ 1. — 1re méthode.

Dès 1839, Lewis Thomson obtint du cyanure de potassium en chauffant fortement à l'air un mélange de coke, de carbonate de potasse et de limaille de fer. En 1862, Margueritte et Sourdeval, s'engageant dans cette voie, chauffèrent un mé-

[1] Appliquée depuis longtemps en Angleterre par M. L. Mond, cette récupération vient d'être en France l'objet d'un brevet pris par MM. Bourgois et Lencauchez.

lange de carbonate de baryum et de charbon dans une atmosphère d'azote, puis décomposèrent les cyanures par la vapeur d'eau, ce qui leur donna de l'ammoniaque.

Mond, en 1882, reprit ce procédé. Il fabriqua des briquettes de carbonate de baryum agglomérées avec du goudron, puis les calcina en atmosphère réductrice. Il les introduisait ensuite dans un *kiln* chauffé à 1400°, puis faisait passer un courant de gaz riche en azote et privé d'acide carbonique. Il obtenait ainsi environ 40 °/₀ de cyanure. Il laissait tomber la température à 500° et introduisait la vapeur d'eau pour former l'ammoniaque. Les inconvénients étaient l'usure rapide des fours, et la grande consommation de combustible.

En 1890, M. Charles Pawsit reprit à Saint-Rollon les expériences précédentes, dans un appareil formé de 10 cornues verticales, composées chacune de trois parties. Ce procédé fonctionna pendant deux mois et dut être arrêté, les rendements ne couvrant pas les frais [1].

§ 2. — 2e méthode.

Quelques tentatives ont été faites par MM. Thénard, Chabrier et Donkin, en vue d'obtenir l'ammoniaque synthétique par combinaison de l'hydrogène et de l'azote sous l'influence de l'étincelle ou de l'effluve électrique.

Les travaux de M. Berthelot ont démontré que la quantité combinée, au bout d'un temps considérable est extrêmement faible. Cette synthèse est très limitée, lorsque le gaz ammoniac produit n'est pas absorbé par un acide, à chaque instant de sa production.

Les procédés appartenant à cette classe, n'ont jusqu'ici absolument rien donné, et tout porte à croire que ce n'est que par un moyen détourné, que l'électricité donnera satisfaction dans cette voie, les conditions de formation et de dissociation de l'ammoniaque, par l'étincelle électrique, étant extrêmement proches.

[1] En général, dans tous ces procédés, basés sur la réaction d'un courant d'azote plus ou moins pur, sur du charbon alcalinisé, une température élevée favorise la production du cyanogène; une température plus basse favorise la production de l'ammoniaque, comme l'auteur de cet article l'a constaté dans ses diverses recherches sur ce sujet. Un excès de vapeur d'eau favorise aussi la production de l'ammoniaque. On se trouve donc en présence de deux variables, la température de réaction et la quantité d'humidité présente, qui, seules, décident de la production du cyanogène ou de l'ammoniaque; ces deux corps se forment, à la température près, dans les mêmes circonstances et avec les mêmes produits.

La température nécessaire à la réaction est moins élevée, qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, le cyanogène se formant au rouge cerise et l'ammoniaque au rouge sombre; la présence de l'oxygène libre doit être évitée : une quantité assez considérable d'eau est nécessaire à la production d'ammoniaque; les matières réagissantes, contenant une base puissante, doivent être intimement mélangées.

§ 3. — 3e méthode.

MM. Brigled et Gunther ont démontré, dans une étude remarquable, l'affinité du magnésium pour l'azote pur et ont décrit les premiers le composé Mg^3Az^2. M. Mallet, observa de son côté, la formation d'azoture de magnésium pendant la combustion de ce métal. Enfin, M. Rossel, dans une récente communication à l'Académie des Sciences, faite en collaboration avec M. Frank, a produit de l'azoture de magnésium, en chauffant du carbure de calcium pulvérisé avec du magnésium en poudre. Le mélange obtenu contient jusqu'à 23,8 °/₀ d'azote emprunté à l'air atmosphérique. Le produit obtenu, traité par l'eau, cède la totalité de son azote à l'état d'ammoniaque.

L'aluminium, le zinc, le fer, et même le cuivre donnent, dans des conditions identiques, les mêmes réactions.

D'après M. Maquenne, à part le lithium, qui se transforme en azoture, à froid, ce sont les métaux alcalino-terreux qui fixent l'azote le plus rapidement et le plus complètement.

Les premiers procédés, basés sur la formation des azotures, en vue de la production industrielle de l'ammoniaque, employèrent certains métalloïdes, tels que le bore, le silicium, le tungstène, le titane, etc. (procédé Basset). Le principe de chacun de ces procédés, consiste à faire passer un courant d'azote à une température au moins égale à celle du rouge sombre, sur certains métaux ou certains métalloïdes, qui s'y combinent en donnant des azotures ultérieurement décomposés par l'eau ou la vapeur d'eau, avec formation finale d'ammoniaque.

Les inconvénients, dans le cas du bore, du titane, du silicium, sont la forte température nécessaire à la formation de l'azoture, température qui serait facilement réalisable par voie électro-chimique.

L'acide borique est entraîné en assez forte proportion par le courant de vapeur et, dans le cas des métaux alcalino-terreux en particulier, l'absorption de l'azote va en décroissant, par suite du changement moléculaire éprouvé par la surface du métal employé, sous l'influence des chauffes et des refroidissements successifs.

§ 4. — 4e méthode.

La Société « L'Azote » proposait d'obtenir l'azote et l'hydrogène purs, par l'action du zinc fondu sur l'air et la vapeur d'eau, dans deux fours séparés, de l'oxyde de zinc se formant dans les deux cas. Les deux gaz étaient ensuite combinés par passage sur de la mousse de fer, imprégnée d'un sel de titane ou sur du charbon platiné.

Johnson employait l'éponge de platine chauffée

au rouge. Le procédé de Lambilly consiste à faire agir de l'azote, de l'hydrogène et de la vapeur d'eau en adjoignant au mélange gazeux de l'acide carbonique ou de l'oxyde de carbone, qui fixe l'ammoniaque à l'état de bicarbonate ou de formiate. Il emploie du charbon ou de la ponce platinée, comme moyen de condensation. Cette question, que l'on doit s'efforcer de résoudre, est, croyons-nous, un problème réalisable dans l'état actuel de la science.

III. — Production de l'Ammoniaque a l'aide de la houille.

La houille, dont la teneur en azote oscille entre 0,50 et 1,60 °/₀ environ, est la principale source d'ammoniaque. Nous étudierons successivement l'obtention de ce corps :

1° Dans la fabrication du gaz ;
2° dans la fabrication du coke ;
3° dans les hauts fourneaux ;
4° dans les foyers gazogènes (procédé Mond, Bourgois et Lencauchez).

§ 1. — Production de l'Ammoniaque dans l'industrie du gaz.

Il est inutile, pensons-nous, de décrire les organes divers d'une usine à gaz, pour le but que nous nous proposons. Quelques améliorations ont été apportées en vue d'une meilleure conduite de la distillation de la houille et surtout pour l'épuration du gaz obtenu. Quelques essais de distillation continue ont été tentés, quelques nouveaux laveurs et scrubbers ont été utilisés.

Dans la distillation en vase clos, telle qu'on la pratique dans la fabrication du gaz, on considère comme bon un rendement de 9 à 10 kilos de sulfate d'ammoniaque, pour une houille d'une teneur de 1,53 °/₀ d'azote.

La plus grande partie de l'ammoniaque se dégage *au milieu* de la distillation, les gaz formés à la fin en étant presque totalement dépourvus. Il semble se former, dans cette distillation, un cyanogène polymérisé, sorte d'azoture de carbone — semblable, en bien des points, aux azotures de titane ou de bore — et qui, par introduction de vapeur d'eau, se décompose à 500°, en donnant de l'ammoniaque. L'insuffisance des cornues à gaz actuelles se démontre suffisamment, à ce point de vue particulier, par l'analyse de différents cokes, l'un provenant d'une cornue à gaz ordinaire contenant 1,375 °/₀ d'azote, le second d'un coke de four à coke ordinaire contenant 0,511 °/₀ d'azote, et le troisième d'un four Simon-Carvés en contenant 0,384 °/₀[1].

[1] J. Cooper, en 1882, a proposé de traiter la houille par 2,5 °/₀ de chaux avant le chargement dans les cornues. On a ainsi obtenu plus d'ammoniaque (16 kil. 30 de sulfate par tonne de houille) et un gaz ne contenant que très peu de produits sulfurés.

Schilling a trouvé que, dans le cas de la houille de Boldon, il y a augmentation de 30 à 70 °/₀ d'ammoniaque en chaulant la houille. Le rendement exceptionnellement pauvre d'une houille de Saxe fut augmenté ainsi de 84 °/₀.

Bolton et Wanklyn, au lieu de recueillir les eaux ammoniacales, proposaient de faire passer le gaz, purifié de goudron, à travers une colonne chargée de superphosphates, où l'ammoniaque se trouvait retenue, par l'acide libre ou par le phosphate monocalcique.

§ 2. — Production de l'Ammoniaque dans la fabrication du coke.

Depuis les débuts de la fabrication du gaz d'éclairage, on s'était attaché à recueillir l'ammoniaque produite, à cause de la pureté que devait posséder le gaz livré à la consommation, tandis que, dans la fabrication du coke, ce corps avait pendant longtemps été totalement rejeté.

L'industrie du coke, telle qu'elle est exploitée actuellement, donne des produits identiques à ceux de la fabrication du gaz. Les premières tentatives de récupération furent faites par Stauf, en 1764, dans une fonderie de Sarrebrück. Mais, ce ne fut qu'en 1858 que Charles Knab construisit à Saint-Denis les premiers appareils ayant donné de bons résultats ; introduits par Carvès à Commentry en 1862, ils furent montés, en 1866, aux Forges de Bessèges, puis en 1879 à Terre-Noire. En 1882, M. Simon, de Manchester, perfectionna le four Carvès en employant des récupérateurs de chaleur, pour réchauffer l'air à 500° ou 600°.

La forme de ces fours se modifia complètement ; les fours Knab, larges et plats, chauffés sous la sole seulement et carbonisant à basse température, ont été abandonnés complètement pour faire place aux fours Carvès, Simon-Carvès, Otto, Semet-Solvay, hauts, étroits, longs, carbonisant rapidement et à haute température.

Les fours actuellement employés peuvent se diviser en deux classes :

1° Ceux qui ne sont qu'une modification du four à coke ordinaire, où le chauffage est effectué par l'admission de l'air à l'intérieur et brûlant une partie de leur charbon comme combustible (type Jameson, Aitken, Lührmann) ;

2° Ceux dans lesquels l'air n'est pas admis à l'intérieur, la chaleur étant fournie extérieurement par la combustion du gaz qui s'échappe pendant la distillation, et après qu'on en a séparé le goudron et l'ammoniaque ; presque tous les fours à coke modernes appartiennent à cette classe (types Hofmann-Otto, Simon-Carvès, Baüer, Hüssener, Semet-Solvay, etc.).

Voici, en quelques mots, le principe général suivi dans les fours à coke actuels ; tous sont construits, à part de nombreux détails, de manière

à avoir une chambre hermétiquement close, de laquelle les gaz, chassés par la distillation de la houille, sont aspirés mécaniquement, sans aucune admission d'air. Les gaz passent ensuite à travers des condenseurs, refroidis extérieurement par l'air ou par l'eau, où ils déposent la majeure partie de l'ammoniaque et des goudrons; les petites portions restantes se déposent dans les *scrubbers* (colonnes à coke). Le gaz résiduaire est ensuite amené aux tuyères qui chauffent les cornues, et enflammé au moyen d'un courant d'air chaud sortant des récupérateurs. Après avoir effectué ce chauffage, les gaz résiduaires se rendent dans les récupérateurs de chaleur. Certains charbons allemands fournissent ainsi 11 kil. 5 de sulfate d'ammoniaque. A l'aide des fours Semet-Solvay on peut obtenir, selon la nature des charbons employés, de 7 à 17 kilos de sulfate d'ammoniaque par tonne de houille distillée.

Diverses conditions régissent la marche de ces fours : Le charbon introduit dans le four doit, pour donner un bon coke, être soumis instantanément à une température très élevée, et la calcination doit être conduite rapidement et sans arrêt.

C'est pourquoi la chaleur est transmise par des parois aussi minces que possible, comme dans le four Semet-Solvay.

Dans le four Hofmann-Otto, les gaz développés par la distillation s'échappent par deux orifices situés à la voûte du four et arrivent dans des réservoirs à gaz placés transversalement au-dessus des fours, puis des aspirateurs les enlèvent et les amènent, au moyen de conduites, aux condenseurs et aux laveurs, dans lesquels se déposent le goudron et l'ammoniaque.

Débarrassé de ces deux corps, ils sont amenés par une autre conduite sous la sole des fours. Les gaz en combustion suivent alternativement les carneaux verticaux, en montant dans l'une des moitiés de ces carneaux et en descendant dans l'autre. Dans le système Semet-Solvay, les carneaux dans lesquels se fait la combustion des gaz et qui, ordinairement, sont ménagés dans les piédroits, en sont ici indépendants et sont constitués par des cornues à minces parois, emboîtées les unes dans les autres, et formant un circuit complet et étanche[1].

Les fours Carvès, de Tamaris, Terre-Noire et Bessèges, produisant ensemble environ 300 tonnes de coke par jour, fournissent six tonnes de goudron et 2 à 2,50 tonnes de sulfate d'ammoniaque.

Les avantages de la récupération deviennent, depuis une dizaine d'années, de plus en plus évidents, et, malgré les frais que comporte une pareille installation, beaucoup de propriétaires de mines n'ont pas hésité à faire construire de semblables fours. Le service d'une batterie de fours à coke à sous-produits comporte un personnel supplémentaire, nécessité par la conduite de l'extracteur à gaz et l'entretien et le nettoyage des appareils de récupération.

Le coût du four Semet-Solvay, maçonnerie réfractaire avec les garnitures, défourneuse, voie de défourneuse, distribution d'eau, etc., vaut 6.000 fr.

L'extracteur, pompe et appareils de récupération, valent 3.500 francs.

Chaque four reçoit 5.000 kilos de charbon, l'opération dure à peu près 24 heures.

Le four Hoffmann-Otto reçoit une charge de 5.000 à 6.000 kilos.

L'usage de ces fours à récupération s'est répandu très rapidement; il en existe actuellement en France :

A Tamaris (Gard) (Forges d'Alais)	35
A Bessèges	50
A Terre-Noire (Loire)	50
A Cransac (Aveyron) (Mines de Campagnac)	25
A Drocourt (Pas-de-Calais)	50

Soit un total de 210 fours, pouvant carboniser annuellement 180 à 190.000 tonnes de houille.

Les fours Hoffmann-Otto, presque exclusivement employés en Allemagne et en Autriche, se répartissent ainsi :

Dans le bassin de la Rühr	1.160 fours.
— — de la Saar	75 —
En Silésie	745 —
En Autriche	260 —

292 fours de ce type sont actuellement en construction, tous combinés avec un système de régénérateurs Siemens.

Les fours Semet-Solvay sont employés en Belgique, en France, en Angleterre, en Allemagne et aux Etats-Unis. Il y en a actuellement 492, répartis dans les divers pays que nous venons de citer.

Le nombre des fours à récupération employés en Angleterre est encore assez restreint. On en compte :

313	du système	Simon-Carvès;
75	—	Semet-Solvay;
80	—	Bauer.

En Allemagne, il y en a plus de 2.720 en marche.

§ 3. — Obtention de l'ammoniaque des hauts fourneaux.

La récupération de l'ammoniaque contenue dans les gaz des hauts fourneaux, n'est pratiquée qu'en Ecosse, à Glasgow, à Gartsherrie, etc. Les houilles employées ne collent pas, ce qui évite la transformation préalable en coke. Les gaz s'échappant du

[1] Le four Hofmann-Otto a une longueur de 10 mètres, sur une largeur de 0m,4 à 0m,6 et une hauteur de 1m,70. Le four Semet-Solvay a une longueur de 9 mètres, hauteur 1m,70 et largeur variable, suivant la qualité des charbons à traiter, de 0m,36 à 0m,42. Le réchauffement de l'air est de 200 à 300°.

gueulard, se rendent, par une série de conduites, dans des appareils semblables à ceux employés dans la fabrication du gaz, suivis par une série de scrubbers, munis de plaques perforées, laissant passer le gaz alternativement de chaque côté, pendant qu'un mince filet d'eau, coulant continuellement, dissout l'ammoniaque entraînée. Le liquide est repompé et renvoyé aux scrubbers, jusqu'à saturation suffisante.

Les rendements sont, en moyenne, de 0,9 à 1,36 °/₀ du poids de la houille, chiffre qui correspond à peu près à la quantité d'ammoniaque obtenue dans les fours Carvès.

D'après un travail de M. W. Jones, si les gaz de tous les hauts fourneaux écossais étaient traités pour la récupération de l'ammoniaque, le rendement en ammoniaque serait de 18.000 tonnes par an.

§ 4. — Obtention de l'ammoniaque formée dans les gazogènes.

Le chauffage par le gaz obtenu par la semi-distillation de la houille dans des foyers gazogènes, est un des meilleurs connus actuellement; il supprime les divers inconvénients que possèdent un grand nombre de foyers, et permet d'obtenir des températures extrêmement hautes.

Dans cette distillation, comme dans tout traitement semblable de la houille, il se dégage, en même temps que les gaz combustibles, une quantité d'ammoniaque assez importante. Pour obtenir de bons résultats, la production du gaz s'opère en alternant les deux opérations suivantes :

1° On dirige de la vapeur d'eau surchauffée sur du charbon chauffé au rouge, ce qui amène un abaissement de température, dû à la chaleur absorbée par la décomposition de l'eau;

2° On active la combustion par un courant d'air, pour ramener la température à son point initial.

Le gaz produit dans cette seconde phase est très voisin, par sa composition, du gaz des gazogènes appelé « gaz Siemens ».

On règle donc convenablement le mélange d'air et de vapeur. Parmi les appareils gazogènes construits sur ce nouveau principe, on peut mentionner ceux de Siemens, de Schilling, de Dowson et Wilson, de Mond.

1° *Procédé Mond.* — M. Mond, le premier, a en Angleterre, inauguré ce nouveau procédé d'extraction de l'ammoniaque, des produits de la combustion même de la houille. La houille est brûlée au gazogène dans un mélange d'air et de vapeur, en proportions telles qu'on ait deux tonnes de vapeur d'eau par tonne de houille distillée. La température de combustion est abaissée vers 500°. Cet excès de vapeur d'eau favorise la production d'ammoniaque. Le tiers seulement de la vapeur qui traverse le gazogène est décomposé.

Les gazogènes sont de forme rectangulaire et disposés en série. Ils ont 1^{m},82 de profondeur et 3^{m},65 de longueur. Les cendriers sont munis d'un joint hydraulique, pouvant résister à 0^{m},10 de pression d'eau. L'air arrive au-dessus du niveau de l'eau des cendriers. Les gaz s'échappent au milieu du sommet des gazogènes.

Le gaz, qui s'échappe du gazogène, traverse un laveur à palettes, type Standard, où les sels ammoniacaux se dissolvent, puis, ayant une température de 100°, se rend dans un premier scrubber, arrosé avec une solution de sulfate d'ammoniaque à 38 °/₀ et additionné d'une quantité déterminée d'acide sulfurique.

Le gaz renfermait, à son entrée dans le scrubber, environ 0,13 °/₀ d'ammoniaque en volume; il n'en renferme plus que 0,013, quand il sort, à la température de 80°. Il entre ensuite dans le condensateur, second scrubber renfermant des chicanes en bois, percées de trous, où il rencontre un courant d'eau froide qui se réchauffe à 78-80° en condensant la vapeur. Le gaz, purifié et refroidi, se rend aux brûleurs. L'eau chaude obtenue se rend dans un troisième scrubber, où arrive un courant d'air froid, qu'elle sature d'humidité et qu'elle amène à la température de 76°. Cet air est ensuite refoulé dans le gazogène. Les rendements obtenus ont été de 32 kilos de sulfate d'ammoniaque par tonne de houille, ce qui est un résultat superbe.

On a tenté la production directe du chlorhydrate d'ammoniaque en introduisant du gaz acide chlorhydrique dans le four ou en mélangeant au combustible de l'argile imprégnée de chlorure de calcium. Les résultats n'ont pas été satisfaisants.

M. Hennin propose d'opérer comme M. Mond, mais en employant de la vapeur à haute pression, légèrement surchauffée et convenablement diffusée, dans la masse du combustible, dans la proportion de 0,75 à 1 par tonne de houille. M. Mond, estimant à 150 millions de tonnes le combustible brûlé annuellement en Angleterre, disait que, si 1/10 seulement de cette quantité de houille était ainsi traité, on arriverait au chiffre formidable de 5 millions de tonnes de sulfate d'ammoniaque, comme production annuelle.

2° *Procédé Bourgois et Lencauchez.* — MM. Bourgois et Lencauchez ont dernièrement fait breveter un procédé ayant pour but de recueillir, dans les gaz de distillation de la houille, les goudrons et l'ammoniaque, cette opération ne diminuant pas la puissance calorifique du gaz.

L'appareil qu'ils proposent s'adresse donc à

toutes les industries (verreries, industries métallurgiques, etc.) qui, au lieu de brûler la houille sous les fours, commencent par la transformer en gaz dans des gazogènes de système quelconque. Il se compose principalement de trois colonnes :

La première, refroidissant et lavant les gaz, est destinée à retenir les goudrons et les huiles, lesquels sont rassemblés dans une citerne inférieure ;

Dans la deuxième, les gaz, chargés d'ammoniaque, rencontrent une pluie d'eau acidulée ;

La troisième est destinée à arrêter les dernières traces d'ammoniaque qui auraient pu échapper dans la deuxième, et à les renvoyer dans la première, et ainsi de suite.

Des essais ont été faits, 1° avec le gazogène Siemens, à la *Société anonyme des Verreries de Fresnes* (Nord), et le rendement a été de 12 kilos de sulfate d'ammoniaque par tonne de houille brûlée ; 2° avec le gazogène système Wilson, à la *Société anonyme des Verreries de l'Ancre*, à Charleroi (Belgique), et le rendement a été de 13 kil. 700 par tonne de houille consommée. Ces rendements ont été obtenus sur des gazogènes en marche industrielle et fonctionnant au rouge vif, température trop élevée pour donner un bon rendement en ammoniaque. Ces chiffres paraissent donc être des minima.

Ce procédé ne diffère que très peu du procédé Mond. Il fonctionne actuellement à la *Société anonyme des Verreries de Fresnes*, à Fresnes (Nord), et chez MM. Wagret et Cie, maîtres de verrerie à Escaupont, et doit être monté dans plusieurs autres verreries du bassin de Charleroi.

Par ce qui précède, on peut donc prévoir que ces industries, qui naguère n'utilisaient aucunement l'azote contenu dans leur combustible, vont devenir une des sources les plus importantes de production de l'ammoniaque.

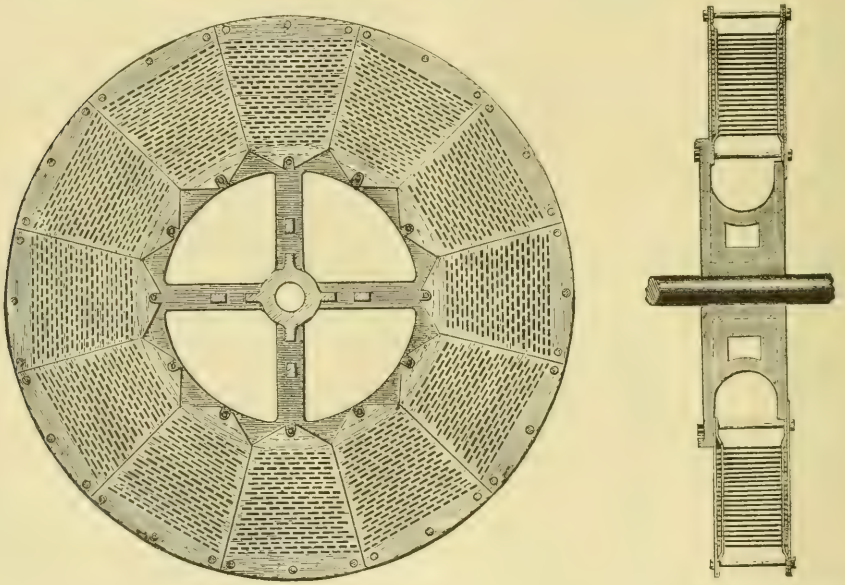


Fig. 1. — *Plan et coupe des disques en bois du Laveur Standard.* — Le disque est monté sur un arbre central duquel partent quatre moyeux soutenant la partie en forme de couronne qui est l'organe essentiel de l'appareil; cette couronne est limitée au-dessus et au-dessous par des plateaux en bois, dans l'intervalle desquels on a disposé une multitude de petits prismes de bois ; on aperçoit l'extrémité de ces derniers sur la figure de gauche et on les voit dans toute leur longueur sur la coupe de droite. Ce sont ces bâtons qui, trempés dans l'eau à chaque tour du disque, offrent une surface considérable d'absorption pour le gaz ammoniac qui passe à leur contact.

IV. — Obtention de l'Ammoniaque comme sous-produit de la fabrication du Sucre.

L'extraction de l'ammoniaque dans la fabrication du sucre peut se faire, soit dans le travail du sucre même, à la première et à la seconde carbonatation, soit dans le traitement des vinasses de betteraves. Divers procédés ont été proposés dans ce but, mais aucun n'a été, à notre connaissance, introduit dans la pratique industrielle.

MM. Böhm et Hyros recueillent les vapeurs d'échappement des caisses de carbonatation, contenant de l'acide carbonique et de l'ammoniaque, et les envoient alternativement dans deux récipients contenant du lait de chaux. L'acide carbonique est

absorbé, et les vapeurs ammoniacales se rendent dans un bac à acide sulfurique.

En 1882, Leplay avait fait breveter un procédé pour recueillir l'ammoniaque pendant l'évaporation. — Bunke et Forstrenter ont proposé l'extraction par le gaz sulfureux. — Nous ne citerons que pour mémoire l'extraction de l'ammoniaque des vinasses, par le procédé Vincent, qui a pour but principal la fabrication du chlorure de méthyle.

L'urine est encore actuellement une des principales sources d'ammoniaque. La distillation en vase clos des matières animales azotées, os, cornes poils, laines, etc., en fournit aussi une petite quantité.

V. — Matériel de fabrication.

Dans les diverses industries productrices d'ammoniaque dont nous venons de nous occuper, le matériel de fabrication comprend surtout des appareils condenseurs et des colonnes à distiller.

§ 1. — Appareils condenseurs.

Les appareils condenseurs sont ordinairement : les réfrigérants, l'extracteur, le laveur condensateur d'un système quelconque, et les scrubbers ou colonnes à coke.

Les réfrigérants sont employés dans la fabrication du gaz; les gaz sortants sont aspirés par l'extracteur, qui n'est qu'une pompe aspirante et foulante.

Il existe actuellement un certain nombre de laveurs-condensateurs; nous citerons le laveur Standard, le laveur Chevalet et le laveur Lunge à plateaux, le Pelouze et Audoin, etc. Le laveur Standard se compose d'une série de compartiments en fonte, variable en nombre et en dimensions, suivant la force de l'appareil. Chaque compartiment renferme un certain nombre de disques en tôle, boulonnés ensemble et clavetés sur l'arbre.

Ces disques en tôle mince, écartés de 2 à 3 millimètres, offrent ainsi une surface énorme d'absorption.

L'eau traverse le laveur en sens inverse du gaz. Les disques plongent à moitié dans l'eau. — Un perfectionnement a été apporté à cet appareil, en remplaçant les feuilles de tôle par des morceaux de bois découpés en forme de prismes droits et disposés en quinconces. Cet appareil est presque exclusivement employé en Angleterre (fig. 1 et 2). Les laveurs permettent de restituer aux scrubbers leur véritable rôle, qui est d'arrêter les dernières traces d'ammoniaque.

Le remplissage des scrubbers a beaucoup varié; on emploie tantôt du coke lavé, tantôt des copeaux de bois, des fragments de pierre-ponce ou de briques, des briques perforées, etc. Les garnissages doivent toujours être soigneusement faits, car c'est d'eux que dépend beaucoup la quantité d'eau à introduire. Un filet d'eau, bien réparti sur des matériaux bien disposés, donnera un aussi bon épuisement que des quantités d'eau énormes sur un mauvais garnissage. Les eaux s'échappant des scrubbers doivent être soigneusement contrôlées. On doit prendre la densité de l'eau ammoniacale et constater que le gaz qui s'échappe ne contient plus trace d'ammoniaque. M. Chevalet a construit un scrubber composé d'un cylindre en tôle ou en fonte, contenant des cuvettes en fonte espacées de $0^{m},20$, et percées d'un grand nombre de trous, portant une cheminée un peu moins haute que le bord des cuvettes. Chaque cuvette est fixée dans un anneau sans fond de colonne distillatoire. Entre chaque cuvette, on place des copeaux de bois ou du coke.

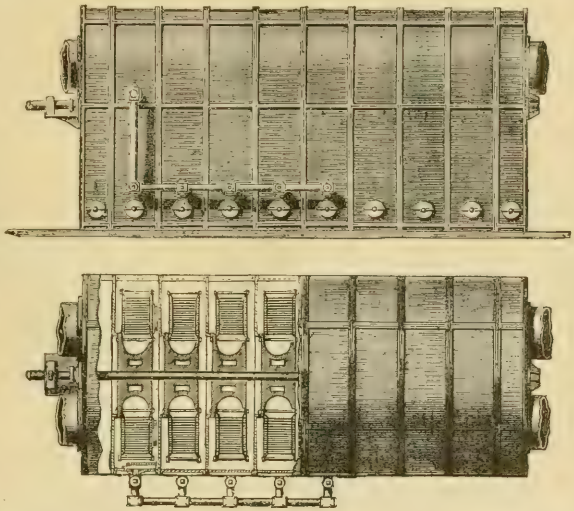


Fig. 1 2. — *Laveur Standard, muni de ses différents disques.* — La figure supérieure montre l'aspect extérieur du laveur vu de face; dans la figure inférieure, le laveur est vu pardessus; la paroi supérieure a été en partie enlevée pour montrer l'arrangement intérieur. On voit les disques de la figure 1 montés côte à côte sur le même arbre. Leur partie inférieure trempe dans l'eau; lorque l'arbre tourne, les disques mouillés viennent en contact avec le gaz qui passe à la partie supérieure. Ce dernier se dissout. Un système particulier de cloisons force le gaz à entrer en contact intime avec les bâtons des disques et à se dissoudre presque totalement.

§ 2. — Colonnes à distiller.

Les colonnes à distiller employées pour le traite-

ment des eaux ammoniacales, provenant d'une quelconque des industries que nous avons vues précédemment, sont presque toutes des appareils continus, basés sur le principe des colonnes à distiller les flegmes alcooliques. Le liquide ammoniacal tombe de plateau en plateau, se dépouille d'abord de l'ammoniaque et des sels ammoniacaux volatils, puis se trouve mélangé à du lait de chaux qui décompose les sels ammoniacaux fixes (fig. 3 et 4).

L'enrichissement des vapeurs ammoniacales se fait d'une manière semblable à celui des vapeurs alcooliques. La plupart de ces colonnes sont chauffées par un courant de vapeur; quelques-unes, comme les appareils Gareis, Elwert et Muller-Park, etc., sont chauffées à feu nu.

L'appareil Mallet, employé depuis longtemps par la *Compagnie Parisienne du Gaz*, se compose de trois chaudières, dont les deux premières sont chauffées directement par le foyer; la troisième sert de laveur. Cet appareil permet d'obtenir soit de l'ammoniaque, soit du sulfate d'ammoniaque.

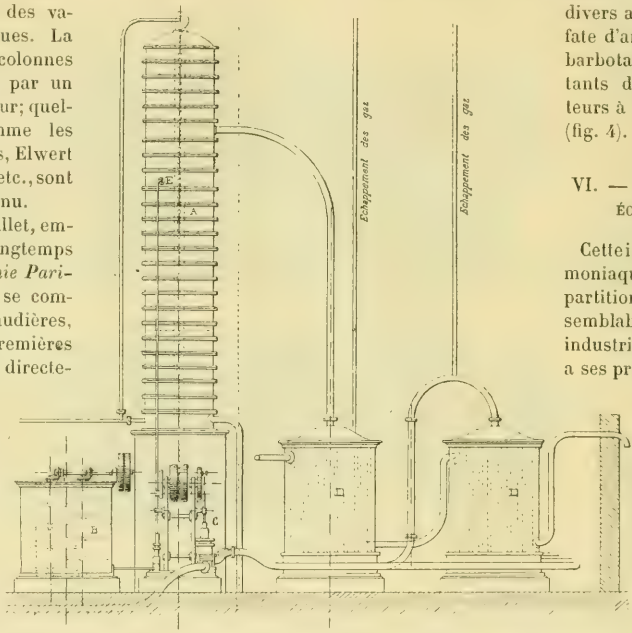


Fig. 3. — *Colonne Lair.* — A, colonne à distiller, composée de segments circulaires en fonte; B, malaxeur à lait de chaux; C, pompe à lait de chaux; DD, échangeurs de température; E, entrée du lait de chaux dans la colonne.

M. P. Mallet a imaginé une colonne inobstruable dans laquelle les matières sont constamment agitées avec la chaux pendant leur trajet dans la colonne.

Il existe un grand nombre de ces appareils, destinés au traitement, soit des eaux ammoniacales, soit des eaux-vannes[1].

Tous ces appareils sont composés ordinairement, en principe, d'une ou deux colonnes à distiller, d'un récipient de décomposition, d'un échangeur de température, d'un saturateur, d'une pompe à lait de chaux, et quelquefois d'une série d'épurateurs (fig. 3 et 4).

La quantité de chaux à employer pour la décomposition des sels fixes est déterminée par l'analyse. L'introduction de vapeur doit aussi être parfaitement réglée, car il serait à craindre d'avoir des obstructions par des dépôts de carbonate d'ammoniaque.

Le gaz ammoniac est presque toujours transformé, à la sortie de ces divers appareils, en sulfate d'ammoniaque, par barbotage des gaz sortants dans les saturateurs à acide sulfurique (fig. 4).

VI. — Considérations économiques.

Cette industrie de l'ammoniaque, dont la répartition est forcément semblable à celle des industries de la houille, a ses principaux centres dans les districts miniers et métallurgiques, dont les conditions actuelles d'exploitation sont susceptibles, grâce aux procédés que nous venons de décrire, de produire de très grandes quantités d'ammoniaque.

L'extension des fours à sous-produits, ainsi que des gazogènes à récupération, système Mond ou Bourgois et Lencauchez, augmente tous les jours cette production.

D'après l'*Alcali Act*, la production du sulfate d'ammoniaque en Angleterre, en 1886 et en 1892, a été de :

[1] Nous citerons les appareils Mallet, dont nous venons de parler, les appareils Ellis, Gareis, disposés spécialement pour les petites usines à gaz. Dans le système Solvay, la colonne verticale est remplacée par une chaudière horizontale divisée en une série de compartiments par des cloisons verticales, dans lesquelles les vapeurs circulent successivement. L'appareil Elwert et Muller-Park se compose de deux chaudières horizontales communiquant par un siphon; l'appareil Weill-Gœtz a deux chaudières de décomposition, dans lesquelles on fait le traitement à la chaux et au sulfate de fer; l'appareil Lair (fig. 3) se compose d'une colonne en fonte formée de disques semblables aux tronçons des colonnes à flegmes alcooliques; citons encore les appareils Bilange, Chevalet, Grüneberg (fig. 4), Feldmann, etc.

1886	1892			
82.480	112.000	tonnes	provenant	des usines à gaz.
3.950	12.000	—	—	des hauts fourneaux.
18.080	28.000	—	—	de la distillation des schistes.
2.100	5.000	—	—	des fours à coke.
106.610	157.000			

Soit une augmentation d'un tiers en l'espace de six années.

Depuis 1892, le nombre de fours à récupération, actuellement en feu, a considérablement augmenté;

HOUILLE

On carbonise en France, environ 2.000.000 de tonnes.
— en Angleterre — 20.000.000 —
— en Allemagne — 10.000.000 —

Soit environ 32.000.000 de tonnes de houille carbonisée annuellement dans ces trois pays.

Si nous admettons un rendement de 9 kilos de sulfate d'ammoniaque, chiffre qui est plutôt trop faible, nous arrivons au chiffre de production annuelle de 288.000 tonnes de sulfate d'ammoniaque.

Considérant maintenant que certains pays tels que la Russie, l'Autriche, la Suède, les États-Unis, la Belgique, sont appelés à devenir d'importants producteurs, que l'emploi des gazogènes se vulgarise de plus en plus, ce qui amènera une production colossale, — M. Mond estimant, comme nous l'avons dit, à 150 millions de tonnes le combustible brûlé annuellement en Angleterre, — la production par les gazogènes serait, pour ce seul pays, et avec le rendement de 9 kilos, de 1.350.000 tonnes de sulfate d'ammoniaque. On peut donc facilement se rendre compte de l'énorme quantité d'ammoniaque qui pourra être produite annuellement, et cela sans faire entrer en ligne de compte l'ammoniaque provenant des autres industries (eaux-vannes, distillation des os, cornes, tourbe, fabrication du sucre, etc.).

Quels sont donc les débouchés qu'offrent l'Industrie et l'Agriculture à cette imposante production? L'un des principaux est la fabrication de la soude artificielle, qui emploie les eaux concentrées en assez forte quantité, sans, pour cela, être un consommateur de premier ordre, quoique actuellement la moitié de la soude consommée par le monde entier ne se prépare plus au moyen du sulfate de soude, mais bien directement, à partir du sel marin. En France, en 1891, on a fabriqué 195.683 tonnes de carbonate de soude, dont 116.323 par le procédé à l'ammoniaque.

Mais ces chiffres sont très peu importants, comparés à la consommation du sulfate d'ammoniaque, qui constitue le principal débouché de l'ammoniaque. Ce sel a réussi à prendre, parmi les engrais, une place prépondérante, malgré la vive concurrence que lui fait le nitrate de soude. C'est en 1882 que ce dernier a fait son apparition sur le marché des engrais. Le sulfate d'ammoniaque sert aussi de matière première pour la préparation de ses congénères : chlorhydrate, carbonate, nitrate d'ammoniaque. Ce dernier se produit actuellement en assez forte quantité, grâce au développement rapide de son emploi dans l'industrie des explosifs, plusieurs savants étant arrivés à lui enlever l'inconvénient qui résultait de son hygroscopicité.

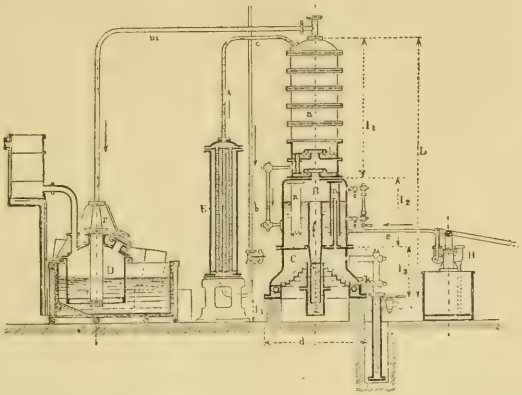


Fig. 4. — *Colonne Grüneberg-Blum.* — *a*, colonne à compartiments, à distiller; C, chaudière à bouilleur dans laquelle on introduit la vapeur par un serpentin ouvert, pour extraire les dernières traces d'ammoniaque et amener le liquide à l'ébullition; E, échangeur de température, formé d'un corps tubulaire où les eaux épuisées cèdent leur calorique au liquide à distiller; H, pompe à chaux; D, saturateur à acide sulfurique; *c*, tuyau d'arrivée des eaux ammoniacales dans la colonne; *m*, tuyau de dégagement des gaz ammoniacaux.

Le chlorhydrate d'ammoniaque a trouvé divers emplois, mais les quantités produites restent toujours modestes.

L'ammoniaque liquéfiée se consomme de plus en plus dans la production du froid, pour l'usage des machines frigorifiques, dont le nombre augmente rapidement, et dont les qualités tendent à supplanter les divers autres systèmes de machines.

Ce rapide aperçu fait donc prévoir que, malgré les inventions et les transformations auxquelles donnent lieu constamment les industries chimiques ou agricoles, aucune d'entre elles n'est près de consommer toute l'ammoniaque susceptible d'être produite [1].

P. Truchot,
Ingénieur-chimiste.

[1] La *Revue* consacrera ultérieurement un article spécial à la fabrication des sels ammoniacaux et traitera alors du rôle de la science dans toute l'industrie de l'ammoniaque.
(NOTE DE LA DIRECTION.)

LE RENOUVEAU DE LA PATHOLOGIE CELLULAIRE

La Microbiologie occupe une place prépondérante dans les préoccupations des biologistes. Contre des adversaires incapables d'apprécier ses découvertes ou qui n'avaient plus une élasticité intellectuelle suffisante pour transformer leurs idées et leurs théories, la jeune science, dès ses débuts, fit surgir de fanatiques partisans. Tandis que le Maître, soucieux de tout comprendre et considérant le problème de l'infection dans sa généralité, interrogeait la Nature en tous sens, établissait l'analogie de la fermentation par les levures et des maladies des tissus, faisait apparaître la variabilité de virulence des bactéries, appelait l'attention sur les différences de leur évolution en diverses espèces animales, soupçonnait les conditions de germination que, suivant l'état physiologique ou pathologique, l'organisme offre à leurs spores, nous apprenait, enfin, à le rendre réfractaire à l'aide d'agents infectieux atténués, — plus simplistes, la plupart des médecins, séduits par ses découvertes, n'apercevaient, dans l'infection et la virulence, qu'un seul facteur : le microbe.

Étudiant le microbe, ils crurent étudier la maladie, et leur voix enthousiaste couvrit longtemps celle des rares savants qui, meilleurs critiques, tentaient de rattacher la nouvelle doctrine aux anciennes, de faire rentrer les données récentes dans les cadres généraux de la Pathologie. Sous ce rapport, un grand revirement s'est opéré dans les esprits et nous assistons aujourd'hui à une évolution dont il peut être utile de préciser ici le caractère et la portée.

Si le microbe est la cause nécessaire d'un grand nombre de maladies, il n'en est pas la cause suffisante : l'organisme est parfois réfractaire, ou bien il imprime à l'infection mille aspects différents. Rares sont les microbes vraiment spécifiques comme le bacille du tétanos, de la morve, ou le vibrion du choléra. On voit le plus souvent, dans une salle d'hôpital, des entérites, des angines, des suppurations, analogues ou identiques dans leur évolution, malgré la diversité des microbes qui les ont produites ; c'est l'organisme infecté qui donne alors son aspect à l'infection.

En même temps que la Bactériologie prend sa place dans la Pathologie générale, la doctrine grandissante des auto-intoxications et des sécrétions internes étend largement la conception du « Microbe » au sens étymologique du mot. Les cellules de l'organisme, elles aussi, sont des organites, de formes variées, de fonctions diverses, comme les virus figurés ; elles sécrètent, comme eux, des produits solubles capables d'influencer l'économie.

Des travaux définitifs ont mis leur rôle en évidence : M. Bouchard, appliquant aux choses de la Médecine les données fondamentales qui se dégagent des expériences de M. Armand Gautier, a codifié la capitale doctrine des auto-intoxications : il a montré, avec ce savant, que l'organisme produit normalement des substances nocives et que les sécrétions physiologiques sont de véritables poisons.

Brown-Séquard, dans un aperçu de génie, a mis en lumière le rôle des sécrétions internes ; enfin, le Professeur Armand Gautier a « appliqué à nos propres organites les notions dérivées de l'examen des microbes » et, par ses recherches sur la vie anaérobie, « a singulièrement élargi l'horizon scientifique[1] ».

Le Dr Charrin a développé, dans un livre récent, cette analogie entre le fonctionnement de ces agents vivants : les bactéries et les cellules de l'organisme. Guidés par cette conception originale et de grande conséquence philosophique, nous allons essayer de démontrer jusqu'où peuvent être poursuivies les similitudes entre la Bactérie et la Cellule, au point de vue de la morphologie, de la consommation d'aliments, de la création de déchets vulgaires et de composés spécifiques, au point de vue aussi des symptômes morbides engendrés et des processus d'ordre toxique.

Nous voudrions faire sentir toute l'étendue de la place qu'il convient de réserver à la cellule de l'économie, en dehors de toute intervention microbienne, dans la genèse des phénomènes morbides.

I. — Analogies de développement et de fonction entre les éléments cellulaires des tissus et les cellules microbiennes.

1. *Morphologie.* — Tout d'abord, au point de vue morphologique, il existe des cellules rondes, avec ou sans membrane limitante; d'autres, allongées en bâtonnets; d'autres, ciliées ou fusiformes ou spiralées; certaines, enfin, dépourvues de noyau. Ces divers aspects, sur lesquels nous croyons inutile d'insister, rappellent, plus ou moins exactement, les microcoques, encapsulés ou non, les bacilles, les bâtonnets, les micro-organismes pour-

[1] Charrin : *Poisons des tissus*, collection Léauté, 1897. Voir aussi : A. Charrin : *Leçons de Pathogénie appliquée, Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu* (1895-1896), 1 vol. in-8°. Paris, 1897.

sus de flagella, les spirilles, etc.; le globule blanc a son polymorphisme comme toute bactérie[1].

La mobilité est une propriété commune (leucocytes, spermatozoïdes, cils vibratiles, etc.); enfin, dans la constitution des uns et des autres se retrouve du protoplasma granuleux.

2. *Nutrition.* — Si, de la forme extérieure, nous passons à l'étude de la nutrition, des substances assimilées ou sécrétées, dans l'un comme dans l'autre cas, nous serons frappés par des analogies plus *profondes* et plus *intimes*.

La grande distinction entre les bacilles aérobies et anaérobies se retrouve dans les cellules. De tout temps, on enseignait que les éléments anatomiques consomment de l'oxygène et vivent ainsi par des processus d'oxydation. Le Professeur Armand Gautier, en éclaircissant les mystères de la vie anaérobie, a fait voir l'insuffisance de cette conception. Il a montré que les phénomènes de nutrition de certaines cellules sont essentiellement réducteurs. Ehrlich a mis en lumière, par une méthode élégante, les tissus de cette nature : il injecte, à l'état de sel de soude, du bleu d'alizarine ou de céruléine qui, en s'unissant à l'hydrogène, perd sa couleur. Si l'on autopsie l'animal ainsi préparé, on constate, à l'absence de coloration, que les muscles, le cartilage, l'écorce des reins et les zones blanches du système nerveux sont favorables aux phénomènes réducteurs. Le sérum du sang, au contraire, ainsi que la lymphe, la synovie, les parties grises du névraxe, les glandes lymphatiques, le thymus et la partie centrale des reins sont bleus.

Mais, certains micro-organismes vivent, soit suivant le type aérobie, soit suivant le type anaérobie, manifestant, dans chaque cas, des réactions différentes, une nutrition spéciale.

Or, dans les glandes, dans les tissus, on retrouve ces deux modalités de nutrition. MM. Richet et Broca, dans une récente communication à la Société de Biologie, ont étudié les conditions différentes de travail d'un muscle en milieu oxygéné et en milieu inerte.

Comme les bactéries, les cellules de l'organisme fonctionnent avec plus ou moins d'intensité, selon la chaleur ambiante. Toutes deux se déforment et s'altèrent au contact de certains éléments; le polymorphisme, sous des influences diverses, appartient aux unes comme aux autres. On sait que les températures élevées des fièvres sont, à elles seules, dangereuses; Joukoff[2] a vu, en outre, les parties du cerveau en voie d'évolution, perdre du poids, la myéline dégénérer, les neurones se nécroser sous l'influence des poisons de l'inanition; on sait, d'autre part, que le défaut d'aliments conduit les bactéries à des formes anormales.

Enfin, de ces variations physiologiques selon la température[1], saurait-on fournir une meilleure preuve que ces actions variables de substances, pourtant différentes des diastases, comme la digitale, plutôt systolique en hiver, plutôt diastolique en été, pour la grenouille, comme la vératrine plus nocive pour la grenouille chauffée, etc.?

3. *Excrétions.* — Si, des conditions extérieures de vie, nous passons à la nutrition intime, si nous examinons les produits de désassimilation, nous trouvons des analogies plus profondes. Ici encore, M. Armand Gautier fut l'initiateur, par ses belles études sur les toxines des microbes et de l'organisme. Selmi, dans ses travaux, avait considéré les ptomaïnes au point de vue purement chimique; par une étude complète et toujours basée sur la Physiologie, M. Armand Gautier fait entrer ces notions, pour ainsi dire, en pleine vie.

Les bacilles, en effet, ne sécrètent pas des produits spécifiques. Protéines, peptones, amides, CO^2, $COAz^2H^4$, ferments, se rencontrent parmi les sécrétions cellulaires. Cela est nettement établi. Nuttal et Thierfelder, dans le corps de ces cobayes qu'ils ont pu élever pendant quelques jours à l'abri de tout germe, ont trouvé des dérivés hydroxilés du benzol qu'on croyait ne pouvoir résulter que des fermentations figurées.

La muscarine, poison bactérien, se rencontre aussi dans les étranglements herniaires, sans intervention de microbes. La choline, trouvée dans le foie, la bile, le sang, les glandes; la bétaïne, isolée par Liebreich dans l'urine; la créatine, dont la fatigue accroît la quantité; la guanine, fixée dans les concrétions arthritiques; la leucine, la tyrosine, la cadavérine, la saprine, la putrescéine, la neuridine, la collidine, l'hydrocollidine, la parvoline, la mytilotoxine, la mydaléine, la tyrotoxine, etc., se rencontrent dans les tissus de l'organisme comme dans les cultures microbiennes.

Pour les produits vulgaires, CO^2, urée, acides variés, il est inutile d'insister, non plus que pour les peptones et les diastases.

Enfin, quoi de plus semblable aux toxines, que certains venins? Phisalix et Bertrand, puis Calmette, ont mis en lumière ces analogies.

II. — Analogies d'action des éléments des tissus et des cellules microbiennes sur l'organisme.

1. — *Symptômes résultant, dans l'organisme, du jeu de ses propres cellules comme du développement*

[1] Guignard et Charrin : *Acad. Sc.*, 12 décembre 1887.
[2] Joukoff : *Vratch*, n° 45.

[1] Gotch et Macdonald : *Journ. of Phys.*, XX, p. 245.

des bactéries. — On admet de plus en plus aujourd'hui que les accidents des infections relèvent, pour la plupart, d'une intoxication; depuis le jour où M. Charrin a introduit cette idée dans la science, elle a pris rapidement un caractère général, alors qu'auparavant il n'existait que l'expérience de Pasteur sur la poule, rendue somnolente au moyen des produits filtrés du choléra des poules.

Nous venons de voir combien sont analogues, quant à leurs produits, les bactéries et les cellules: on comprend *a priori* que leurs effets puissent être du même ordre. Et — c'est ici le point le plus important de ces remarques — nous allons passer en revue rapide les symptômes généraux de l'infection, et montrer que ces troubles obtenus avec des produits microbiens, on peut les reproduire avec des sécrétions de l'économie. Nous verrons ces dernières causer des maladies générales, comme les microbes.

Tout d'abord, il est évident que, par les substances nocives que nous avons signalées plus haut comme leur étant communes, les cellules et les bactéries produisent des effets identiques sur l'organisme; qu'elle provienne de l'intestin ou des bouillons de culture, la muscarine sera toujours un poison diastolique, capable, d'après Grossmann, d'engendrer la congestion pulmonaire.

L'injection de cultures microbiennes produit des variations thermiques: les sucs insterstitiels du rein injectés à un chien ne font-ils pas monter le thermomètre au delà de 40°, avec des phénomènes torpides, ainsi que l'extrait de muscles, de rate, de poumon, le sérum normal, la lymphe?

La bile fait fléchir la chaleur émise, ainsi que l'ont enregistré Charrin et Carnot, sans que ce phénomène provienne uniquement d'actions vasomotrices périphériques; le sérum d'animaux brûlés ou vernissés abaisse la température du lapin jusqu'aux environs de 33°.

Quant à la pression, l'élévation subite déterminée par l'extrait des capsules surrénales n'est-elle pas des plus nettes, ainsi que l'a constaté M. Langlois, ou l'abaissement de cette même pression sanguine n'est-elle pas évidente chez certains ictériques, et ne sait-on pas, depuis les travaux de MM. Bouchard, Gley et Charrin, que des toxines donnent le même résultat?

Le cocco-bacille, signalé par Hugounenq et Doyon[1], fait apparaître dans la bile un pigment voisin de la bilirubine. La cellule hépatique, déviée de son fonctionnement, fait apparaître des produits analogues.

L'hypersécrétion de lymphe, signalée par Charrin, Athanasiu et Carvallo, à la suite d'injections de toxines pyocyaniques, n'est-elle pas obtenue de même avec les albumines modifiées par le ferment pepsique, comme l'a indiqué Heidenhain.

La chromatolyse sanguine et l'hémoglobinurie causées par les produits thyroïdiens, les troubles vaso-moteurs sous l'action de l'urée, le purpura même, accident du botulisme et des morsures de vipère, ne sont-ils pas la reproduction exacte de symptômes infectieux?

Parfois, les produits organiques sont d'un effet plus complexe et qu'il importe de dissocier. C'est ainsi qu'on décèle dans l'urine, d'après M. Bouchard, comme dans certaines cultures, des produits antagonistes.

Dans un autre ordre d'idées, ces actions opposées des microbes se retrouvent: dans les globules blancs dont certains produits hâtent la coagulation, tandis que d'autres la retardent; dans les cellules du pancréas qui, suivant les cas, augmentent ou diminuent le sucre en liberté.

Les symptômes nerveux, si fréquents dans les infections, ne sont pas rares au cours des empoisonnements par les produits organiques. L'extrait de matière cérébrale fait apparaître de l'hypersécrétion intestinale, de la parésie, de l'abattement; l'extrait du rein donne aux animaux de la somnolence, des soubresauts dans les pattes; la rate engendre le collapsus, la bile tue les animaux au milieu de grandes convulsions que nous avons réussi à atténuer, et même à supprimer au moyen d'extrait de foie; le sang du coq est convulsivant, l'urine des agités produit des convulsions et une légère hypothermie. La lymphe injectée produit, comme les sécrétions microbiennes, une accélération cardiaque et respiratoire, de la faiblesse du pouls, des convulsions, l'hyperesthésie, l'exophtalmie, la cyanose et l'asphyxie, selon Pagano. De même, les poisons que le thymus extirpé ne neutralise plus déterminent des troubles trophiques, des ulcérations, des gangrènes de la peau; les convulsions, l'arrêt des battements du cœur par les capsules surrénales, les paralysies par le sérum des décapsulés, achèvent d'identifier les sécrétions cellulaires aux sécrétions bactériennes.

Enfin, ces modifications de la nutrition que déterminent certaines maladies microbiennes, les produits organiques ou les sécrétions internes les reproduisent. Des expériences en cours nous montrent une phosphaturie, parfois énorme, chez des lapines soumises à l'opothérapie ovarienne.

Faut-il citer, enfin, des maladies complètes sous l'influence de poisons organiques? Le diabète expérimental par extirpation du pancréas, le myxœdème par ablation du corps thyroïde en sont les plus beaux exemples.

[1] *Arch. physiol.*, page 523, 1896, et *Revue de Hayem*, janvier 1897.

2. *Symptômes provoqués par greffe des cellules et inoculation des bactéries.* — Les microbes peuvent être injectés. N'est-ce pas une opération très analogue que la greffe des tissus? Le corps thyroïde, implanté sur un point quelconque de l'économie continue à y vivre et répand au loin ses produits dans les expériences de Schiff, comme l'ovaire dans celles de Knauer, le testicule dans celles de Lode.

Il y a plus : c'est par des processus analogues que l'organisme lutte contre des sécrétions cellulaires et contre les produits microbiens. La muqueuse intestinale, soustraite à l'influx nerveux, sera plus facilement attaquée par les sucs digestifs; de même, les tissus énervés sont une proie plus facile à l'infection.

Dans la théorie phagocytaire, l'analogie est frappante : c'est au moyen de leurs diastases que microbes et phagocytes préparent le terrain. M. Metchnikoff se rapproche ainsi, après un long détour, des théories humorales, soutenues dès le début par MM. Bouchard, Charrin et Roger; en effet, pour ces derniers auteurs, si des propriétés bactéricides ou des attributs antitoxiques — connus depuis la grande découverte de Behring — apparaissent dans le sérum, elles sont dues, pour une part, aux substances élaborées par les tissus.

Du reste, la lutte entre bacilles et cellules se produit ailleurs que dans le sang; quand un sérum curateur intervient, il met en jeu, nous l'avons montré, les réactions nerveuses[1]. Et remarquons-le incidemment, cette action des sérums sur les éléments anatomiques les plus élevés, fait qu'on n'y doit recourir que dans les cas où la nécessité l'exige.

Contre les sécrétions organiques, peut-on espérer quelque secours d'une médication antitoxique?

Certaines recherches poursuivies au Laboratoire de Pathologie générale à propos du corps thyroïde et des capsules surrénales donneront bientôt la réponse.

Déjà, les travaux bien connus de Phisalix et Bertrand, de Calmette, sur l'immunité contre les venins, semblent donner un exemple de ce genre,

Enfin, en tant que germes morbides, les cellules malades peuvent être répandues dans tout l'organisme, ou localisées; et, à ce point de vue, les diathèses correspondent aux septicémies, les affections locales (néphrite, cirrhose, etc.), aux suppurations limitées (abcès, phlegmon, etc.).

III. — Conclusions

En somme, après l'enthousiasme bactériologique de ces dernières années, les progrès de la Chimie biologique vont ramener l'attention des savants sur la *cellule* en général, dont le microbe n'est qu'un cas particulier.

Nous avons justifié cette dernière proposition au point de vue de la Morphologie, de la Physiologie, de la nutrition, ainsi qu'au point de vue pathologique, autant que les connaissances actuelles nous le permettent. Tout ce que nous avons vu nous a conduit à admettre que les désordres engendrés par les microbes ou leurs produits, peuvent l'être par les cellules ou leurs sécrétions.

Il y a plus : un virus ou ses toxines n'agissent sur un organisme que par les modifications imprimées à la nutrition élémentaire des cellules; à ce titre, ce sont des agents, comme l'électricité, la lumière, la pression, les poisons extérieurs, qui, parfois, ne parviennent pas à entamer la cellule d'une façon durable.

Ce n'est pas diminuer l'importance des bactéries que montrer à côté d'elles les innombrables causes morbides dans un organisme, vivant par une sorte d'équilibre entre ces germes de maladie et de mort qu'il porte en lui-même.

En définitive, les études semblent s'orienter à nouveau vers la Pathologie cellulaire; à côté de la Bactériologie, la Chimie, l'Histologie, la Physiologie reprennent leur place. Quelle que soit sa cause, infectieuse, auto-toxique ou diathésique, — la maladie, c'est le trouble fonctionnel ou anatomique de la *cellule*.

Jacques de Nittis.

[1] *C. R. Acad. Sc.*, 4 janvier 1897.

REVUE ANNUELLE DE GÉOLOGIE

I. — Les laccolithes et les théories sur la différenciation des magmas éruptifs.

Depuis le classique travail de Gilbert sur les Henry Mountains, dans l'Utah, on désigne sous le nom de *laccolithes* (λάκκος, citerne, et λιθος, pierre) des amas très particuliers de roches éruptives; ces amas affectent la forme de calottes sphériques et sont intercalés au milieu de terrains sédimentaires d'une manière très caractéristique : la face plane inférieure de l'amas s'applique sur la surface des couches sous-jacentes, tandis que les couches qui le recouvrent sont disposées parallèlement à sa surface supérieure, affectant ainsi une structure en dôme. On admet que les roches constituant les laccolithes se sont élevées, comme les roches volcaniques, dans des cheminées, au travers des terrains sédimentaires, mais sans parvenir jusqu'à la surface, et qu'elles se sont introduites entre deux couches en soulevant les couches supérieures; les laccolithes doivent donc être envisagés comme des amas intrusifs, analogues aux nappes intrusives et passant à celles-ci en toute proportion.

L'attention des géologues a de nouveau été attirée sur les laccolithes, d'une part par un beau mémoire de M. Whitman Cross [1] sur les groupes de montagnes laccolithiques du Colorado, de l'Utah et de l'Arizona, de l'autre, par le fait que M. Brögger [2] a cherché à expliquer par la théorie des laccolithes le mode de formation des granites.

Le travail de M. Whitman Cross résume tout ce que l'on sait actuellement sur les laccolithes des États-Unis; il confirme les observations de Gilbert sur les Henry Mountains et contient la première description détaillée des laccolithes des Elk Mountains occidentales, dans le Colorado. Cette description est accompagnée d'une carte géologique, de coupes et de vues très caractéristiques de la plupart des montagnes laccolithiques. Dans aucun des laccolithes décrits la cheminée n'est visible; l'auteur admet qu'elle correspond à une fissure profonde de l'écorce terrestre qui s'est élevée seulement jusqu'au niveau où l'intrusion s'est produite, sans atteindre les couches supérieures. La surface inférieure du laccolithe a été observée en plusieurs points; la surface supérieure est presque toujours entamée par l'érosion, car les couches qui recouvraient le laccolithe ont été en général enlevées, mais plusieurs affleurements permettent de reconnaître le relèvement des couches déterminé sur tout le pourtour par l'intrusion de la masse éruptive.

La forme simple en calotte sphérique est rarement réalisée, car, le plus souvent, le laccolithe se divise sur ses bords en plusieurs feuillets, qui pénètrent comme des coins dans les couches environnantes. Chaque laccolithe se dresse au milieu d'un plateau formé de couches horizontales comme un dôme plus ou moins régulier, plus ou moins escarpé, plus ou moins buriné par l'érosion. Les terrains dans lesquels se trouvent intercalés les laccolithes des Elk Mountains appartiennent à la série crétacée supérieure; l'intrusion a donc dû avoir lieu à l'époque tertiaire. L'épaisseur des masses intrusives est de 2 à 3.000 pieds, leur diamètre varie de 2 à 4 milles 1/2.

Non seulement dans les Elk Mountains, mais encore dans la plupart des autres laccolithes du Colorado et des territoires voisins, la roche intrusive à laquelle M. Whitman Cross donne le nom de porphyrite, est à deux temps de consolidation [1].

Nous rendions compte, dans notre dernière revue annuelle, de la première partie d'un ouvrage de M. Brögger sur les roches éruptives de la région de Christiania; c'est dans la seconde partie de cet ouvrage que l'auteur développe ses vues sur la nature laccolithique des masses granitiques. Il commence par combattre la théorie de M. Michel-Lévy sur la mise en place des granites — dont nous avons entretenu les lecteurs de la *Revue* il y a deux ans — en cherchant à démontrer qu'elle ne peut pas s'appliquer aux environs de Christiania.

On se souvient que, tandis que plusieurs auteurs avaient assimilé les culots granitiques aux laccolithes, M. Michel-Lévy les envisage comme des masses s'élargissant constamment en profondeur et formant le sommet de pyramides dont la base se confond avec les zones encore fluides de l'écorce terrestre. Cette forme particulière des masses granitiques est due à la mise en place de la roche par assimilation des roches sédimentaires dans lesquelles elle a pénétré.

M. Brögger objecte à la théorie de M. Michel-

[1] The laccolithic mountain groups of Colorado. 14th *Annual Report of the U. S. Geolog. Survey*, pp. 157-241, pl. VII-XVI.

[2] W.-C. Brögger : Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes, II. *Die Eruptionsfolge der triadischen Eruptivgesteine bei Predazzo in Südtyrol*, 1 vol. gr. in-8°, 183 p. Christiania, 1895.

[1] Ce résultat est un des plus importants parmi ceux auxquels ont conduit les études récentes sur les laccolithes; il montre une fois de plus que la division des roches éruptives en roches de profondeur et en roches d'épanchement, proposée par M. Rosenbusch, ne correspond à aucune différence fondamentale dans la structure.

Lévy l'exemple des deux grandes masses granitiques des environs de Christiania, celle des Finmarken et celle du Drammenfjord, que l'érosion a débarrassées de la couverture de dépôts siluriens qui primitivement les recouvrait et dont il subsiste seulement quelques témoins sur les bords. M. Brögger n'a constaté nulle part, au contact du granite et du Silurien, les moindres traces d'assimilation ; les couches siluriennes sont métamorphisées, mais le granite ne s'est pas chargé de chaux au contact des calcaires, ce qui devrait avoir lieu, d'après la théorie de M. Michel-Lévy. Il importe cependant de remarquer, avec M. Michel-Lévy, que les affleurements granitiques de Christiania ne représentent que la partie *supérieure* d'un massif brusquement refroidi et localement transformé en micropegmatite ; dans ces parties voisines de la surface l'assimilation n'a plus lieu et l'exemple de Christiania ne saurait infirmer une théorie basée sur l'observation de nombreuses coupes entamant les parties *profondes* des contacts.

Ce sont seulement les parties supérieures du Silurien qui reposent sur le granite des Finmarken et du Drammenfjord ; pour expliquer l'absence des couches inférieures, M. Brögger admet que, loin d'avoir été digérées par le magma granitique, elles doivent exister *sous* la masse éruptive, qui se serait intercalée par intrusion entre les couches inférieures et les couches supérieures et constituerait un véritable laccolithe. En réalité, le dessous de cette masse intrusive n'a été observé nulle part, mais il existe dans la Norvège méridionale plusieurs exemples bien nets de laccolithes et M. Brögger se croit autorisé à leur assimiler les culots granitiques. Cependant ces laccolithes sont tous constitués ou bien par des roches à deux temps de consolidation, comme les laccolithes américains, ou bien par des roches granitoïdes très basiques, telles que des gabbros ou des diabases, dont on connaît depuis longtemps la nature fréquemment intrusive. Il importe de constater que nulle part on ne connaît le dessous d'un culot granitique et que les coupes que l'on possède dans des régions montagneuses telles que les Alpes et les Pyrénées, où l'érosion a été particulièrement profonde, sont en contradiction formelle avec l'assimilation des masses granitiques à des laccolithes, car on a toujours vu ces masses s'élargir en profondeur. Ajoutons que M. Michel-Lévy[1], en étudiant récemment les porphyres bleus de l'Esterel (microgranulites basiques), qui sont des laccolithes authentiques, a retrouvé là aussi la structure à deux temps de consolidation très distincts et a constaté que l'action endomorphe et exomorphe, au contact des salbandes, bien qu'elle se montre de même ordre que pour les granites, est extrêmement atténuée.

De tous les arguments que M. Brögger oppose à la théorie de M. Michel-Lévy, celui auquel il attache certainement le plus d'importance est le suivant : la succession régulière des éruptions de roches de profondeur, dans la région de Christiania, est complètement inexplicable si l'on admet la théorie de l'assimilation ; cette théorie est inconciliable avec les théories sur la différenciation des magmas éruptifs. Nous avons déjà parlé dans notre revue de l'an passé de ces dernières, sans nous occuper du mécanisme par lequel M. Brögger explique les différenciations. Voici comment le pétrographe norvégien explique à la fois ces différenciations et la mise en place des roches de profondeur :

Dans un réservoir inférieur principal, le « Magma-Bassin », il se produit une concentration des éléments basiques au voisinage des parois de refroidissement.

Des pressions, dues à l'affaissement de compartiments de l'écorce terrestre le long de lignes de fracture, déterminent, par un simple phénomène d'hydrostatique, une ascension du magma initial encore fluide à travers ces mêmes fractures. Le magma, en s'élevant, pénètre latéralement dans les roches sédimentaires et y forme, par intrusion, des laccolithes. Comme le magma initial est déjà différencié, certains laccolithes sont acides, d'autres sont basiques, mais un air de famille les réunit, dû à la prédominance, dans chaque centre éruptif, d'un alcali déterminé. Dans le cas des environs de Christiania, cet alcali est la soude, dont la présence caractérisait donc le magma initial.

D'après M. Brögger, l'ordre d'ascension des magmas différenciés n'est pas quelconque. L'étude approfondie des environs de Christiania montre que la première venue a été basique (porphyrites augitiques en coulées) ; puis le magma initial a donné naissance à des laccolithes de plus en plus acides : syénites augitiques, nordmarkites, granites sodiques, granites et porphyres quartzifères ; enfin, les dernières éruptions sont de nouveau basiques, ce sont surtout des diabases. De même, dans le Tyrol méridional, dans les environs de Predazzo, dont l'étude pétrographique forme presque toute la seconde partie de l'ouvrage de M. Brögger, les éruptions ont été d'abord basiques (porphyrites augitiques, mélaphyres), puis également de plus en plus acides (monzonite, granite) et enfin de nouveau très basiques (camptonites et porphyres à liebenerite), comme à Christiania.

La récurrence de roches basiques à la fin de la

[1] A. Michel-Lévy : Sur quelques particularités de gisement du porphyre bleu de l'Esterel. Application aux récentes théories sur les racines granitiques et sur la différenciation des magmas éruptifs. *Bull. Soc. géol. Fr.*, t. XXIV, pp. 123-138.

phase éruptive peut s'expliquer, d'après M. Brögger, par l'accumulation, au fond du « Magma-Bassin », des cristaux les plus basiques. Si donc l'on n'étudie que les venues principales, les faits paraissent extrêmement simples, mais les roches laccolithiques de profondeur sont accompagnées, en général, de roches filoniennes à deux temps de consolidation complémentaires, c'est-à-dire ou très acides ou très basiques, mais telles que la moyenne de leur composition corresponde à la composition du magma laccolithique granitoïde. C'est ainsi que les granites donneraient naissance, d'une part aux minettes basiques, de l'autre aux aplites acides et que les diabases à olivine donneraient naissance aux camptonites basiques et aux bostonites acides.

M. Iddings a donné de ces faits une explication assez différente ; pour lui la série des éruptions aurait débuté par un type moyen, puis le magma initial, en se différenciant, aurait produit des roches de plus en plus dissemblables, jusqu'à un certain maximum de basicité, concomitant avec un maximum corrélatif d'acidité. C'est ainsi que s'expliquerait la coexistence, au Permien, d'éruptions de mélaphyres et de porphyres pétrosiliceux, comme dernier terme des éruptions carbonifères.

M. Brögger insiste sur la nécessité qu'il y a à ne pas confondre la succession des roches de profondeur avec celle des roches d'épanchement, qui paraît obéir à des lois beaucoup moins rigoureuses. Et cependant il ne peut exister de différence fondamentale entre les roches intrusives, laccolithiques et filoniennes, et les roches qui se sont épanchées à la surface, de sorte que, si la succession des éruptions volcaniques dans un même centre et pendant une même période n'est pas conforme à la loi formulée par M. Brögger, cette loi se trouve avoir perdu toute généralité. De l'aveu même de M. Brögger, il existe extrêmement peu de régions dans lesquelles la succession des roches de profondeur soit établie avec quelque précision ; par contre, le Massif central de la France est maintenant, grâce aux travaux de MM. Fouqué, Rames, Michel-Lévy, Boule et Termier, certainement la région la mieux connue du globe au point de vue de la succession des coulées. M. Michel-Lévy fait remarquer que cette succession est en désaccord absolu aussi bien avec les idées théoriques de M. Brögger qu'avec celles de M. Iddings. Si les premières et les dernières éruptions sont basiques (basaltes miocènes et quaternaires), comme le veut la théorie de M. Brögger, l'acidité croissante des éruptions intermédiaires n'est nullement vérifiée, car, aussi bien au Cantal que dans le Mont-Dore et dans le Velay, il y a des alternances répétées de roches acides, de roches de composition moyenne et de roches basiques.

M. Boule, qui vient de publier sur le Cantal miocène une étude des plus remarquables[1], a pu démontrer que la série volcanique du Cantal, plus compliquée qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, est identique avec les séries du Mont-Dore et du Velay et que, de plus, les trois séries sont synchroniques. Les trois districts volcaniques du Massif central ont donc certainement puisé leurs laves dans un réservoir commun. « Si l'on admet, conclut M. Boule[2], l'hypothèse d'un réservoir fermé ou d'un laccolithe, il faut lui donner des dimensions (150 kilomètres de diamètre) qui dépassent de beaucoup celles des laccolithes dont on peut constater *de visu* l'existence ».

II. — Les dômes.

Depuis plusieurs années on remarque, dans les travaux de tectonique, l'usage fréquent du terme de *dôme*, que l'on ne rencontrait que rarement dans des ouvrages plus anciens. Ce n'est pas que la notion de dôme soit d'introduction nouvelle dans la science géologique, mais cette notion a été précisée récemment, en même temps que devenaient de plus en plus nombreux les exemples d'accidents tectoniques auxquels convenait cette appellation.

On peut désigner sous le nom de *dôme tectonique*[3] une surélévation circulaire ou elliptique de l'écorce terrestre dans laquelle les couches plongent de toutes parts d'un point central vers la périphérie. On a appelé, par contre, *cuvette synclinale* une dépression de l'écorce terrestre dans laquelle les couches plongent de toutes parts de la périphérie vers un point central. Quand l'érosion s'attaque à un dôme, elle fait apparaître des couches anciennes au milieu d'auréoles concentriques de couches de plus en plus récentes ; quand elle s'attaque à une région entourant une cuvette synclinale, cette cuvette se traduit par un affleurement des couches les plus récentes, entouré d'auréoles concentriques de couches de plus en plus anciennes.

Dômes et cuvettes synclinales peuvent être envisagés comme des cas particuliers des anticlinaux et des synclinaux. Un pli simple, qui ne se soude pas à un pli voisin, n'a pas une longueur illimitée : il se termine généralement à ses deux extrémités par un plongement périclinal des couches, par une moitié de dôme, dans le cas de l'anticlinal, par une demi-cuvette dans le cas du synclinal. Quand

[1] *Bull. Serv. Carte géol.*, n° 54.
[2] *Bull. Soc. géol.*, t. XXIV, p. 139.
[3] Ne pas confondre avec les dômes volcaniques, dont la nature est toute différente.

l'anticlinal est extrêmement court[1], il ne se distingue en rien d'un dôme ; de même la cuvette est un synclinal dont la longueur se rapproche beaucoup de la largeur.

Quand un anticlinal présente des variations nombreuses et brusques dans l'altitude des points situés sur son axe, il se décompose en un certain nombre de dômes disposés bout à bout en chapelet et correspondant aux surélévations de l'axe. Ces dômes sont séparés les uns des autres par des dépressions correspondant à des abaissements d'axe.

Dans certains cas, les surélévations que présente l'axe d'un pli sont dues au croisement du pli par un pli transversal ; les dômes peuvent correspondre alors à l'intersection de deux anticlinaux, les cuvettes, à l'intersection de deux synclinaux.

Mais on ne doit pas envisager seulement le cas où l'axe d'un pli unique subit des surélévations et des abaissements ; les axes de tout un ensemble de plis peuvent présenter des maxima ou des minima au niveau d'une même ligne transversale. Dans le cas des maxima, une surface passant par les axes de tous les plis présentera une forme convexe, comparable à un dôme et la surélévation recevra le nom d'*aire anticlinale ;* dans le cas des minima, la même surface présentera une forme concave, comparable à une cuvette synclinale, et la dépression correspondante recevra le nom d'*aire synclinale*[2].

Les aires anticlinales et les aires synclinales, aussi bien que les dômes et les cuvettes synclinales qui résultent de surélévations et d'abaissements d'axes, sont en relation directe avec les plis ou avec les faisceaux de plis, mais il existe également des accidents tout à fait analogues qui sont complètement indépendants du dessin général des plis d'une région ; tout au plus les plis se sont-ils moulés ultérieurement sur les accidents elliptiques préexistants. L'un des premiers exemples qui aient été signalés de ces dômes indépendants, se trouve dans le district du Grand Cañon : c'est le « San Rafaël Swell », décrit par Dutton dès 1882. Mais un exemple encore bien plus frappant est fourni par les Petites Montagnes Rocheuses. Ce massif, dont une étude préliminaire a été donnée, tout récemment, par MM. Weed et Pirsson[1], est comme une île boisée qui s'élève de 2 à 3.000 pieds au-dessus des plaines dénudées du Montana central ; il est situé à 180 milles à l'est des Montagnes Rocheuses, entre le Missouri et la rivière du Lait. C'est un soulèvement en forme de dôme, amenant à l'affleurement des terrains paléozoïques et archéens au milieu de couches crétacées parfaitement horizontales. Le Jurassique forme, sur tout le pourtour, une bande étroite entre le Crétacé et le Carbonifère. Le centre est occupé par un noyau de schistes cristallins, autour duquel les terrains paléozoïques forment des auréoles concentriques[2].

Comme exemple de dôme autour duquel viennent se mouler les plis de la région avoisinante nous citerons celui de la cime de Barrot (Alpes-Maritimes) décrite récemment par M. Léon Bertrand[3]. C'est un dôme à noyau permien, dont la couverture triasique et jurassique présente, sur les trois quarts du pourtour, une série de plis concentriques, déversés vers l'extérieur et qui contournent sans interruption l'extrémité occidentale du dôme.

Il existe également des aires anticlinales ou des aires synclinales qui, dans leur ensemble, se comportent comme des dômes ou des cuvettes et qui paraissent présenter une indépendance complète du faisceau de plis au milieu duquel ils surgissent ; ce sont les accidents auxquels M. Marcel Bertrand a donné le nom de *massifs amygdaloïdes*. Lorsque ces massifs constituent des aires anticlinales, ils naissent dans un synclinal ; au contraire, lorsqu'ils constituent des aires synclinales, ils naissent dans un anticlinal. Dans les deux cas, ils correspondent à l'épanouissement d'un pli unique.

Dans certaines chaînes de montagnes très complexes, comme par exemple les Alpes, il existe à la fois des aires anticlinales qui correspondent à des surélévations de tout un faisceau de plis (exemple : massif de l'Aar), des massifs amygdaloïdes (Vanoise) et des dômes simples (Mont Rose), et tous ces accidents ont été confondus le plus souvent sous le nom de *massifs centraux*, tandis que les accidents synclinaux correspondants n'ont attiré que tout récemment l'attention des géologues.

Dans un grand nombre de régions, telles que la Tunisie, par exemple, le régime des dômes est le

[1] M. P. Lory vient tout récemment de proposer la dénomination de *brachyanticlinaux* pour ces accidents intermédiaires entre les dômes et les plis anticlinaux.

[2] Ces termes d'aire anticlinale et d'aire synclinale, proposés par M. Munier-Chalmas, ont été adoptés par plusieurs auteurs. L'exemple le plus remarquable peut-être d'aires anticlinales est fourni par les massifs anciens de la France, tandis que le bassin de Paris constitue, depuis les travaux d'Hébert et de MM. G. Dollfus et Marcel Bertrand, un exemple classique d'aire synclinale. Le massif armoricain, le massif central de la France et le massif, morcelé par des effondrements ultérieurs, qui comprenait les Vosges et la Forêt-Noire, correspondent chacun à une grande aire anticlinicale et sont le résultat de la surélévation locale des axes d'un même grand faisceau de plis, qui décrit, dans le Plateau central, le V bien connu. Les détroits du Poitou et de la Côte-d'Or correspondent, d'autre part, à un abaissement des axes du même pli.

[1] *The Journal of Geology*, vol. IV, n° 4, pp. 399-428.

[2] Entre le Cambrien et les schistes cristallins s'étend une nappe de microgranulite et d'orthophyre dont les parties altérées, traversées de filons de quartz, contiennent des tellurures d'or qui font déjà l'objet d'une exploitation active aux alentours de la ville nouvelle de Landusky.

[3] *Comptes rendus Acad. Sc.*, 8 juillet 1895.

trait fondamental de la tectonique, et les plissements à développement linéaire n'y jouent qu'un rôle peu considérable. Enfin, il existe des régions, comme le Dévoluy[1], où une première phase orogénique (antésénonienne) comprend surtout des accidents en forme de dômes, tandis qu'une seconde phase (postoligocène), superposée à la première, est caractérisée par des faisceaux de plis linéaires.

L'intérêt principal que présentent les dômes réside dans leur persistance, dans certaines régions, pendant de longues périodes géologiques, et dans les oscillations verticales qui affectent leur surface. Tandis que, dans les régions avoisinantes, les couches reposent en concordance et sans lacunes les unes sur les autres, sur les dômes on observe de fréquentes discordances et des lacunes dans la série sédimentaire, attestant des émersions et des immersions successives. Il faut admettre que les portions elliptiques de l'écorce terrestre correspondant aux dômes se soulèvent et s'affaissent alternativement, dans certains cas indépendamment des plissements. Il y a longtemps que M. Munier-Chalmas avait expliqué ainsi les lacunes dans la série tertiaire du dôme du Bray, et M. Marcel Bertrand a montré, il y a quelques années, que le massif du cap Gris-Nez, dans le Boulonnais, devait être envisagé comme un dôme soulevé à l'époque jurassique et abaissé de nouveau au début de la période crétacée. « On se trouve donc, ajoutait M. Bertrand, en présence d'un mouvement oscillatoire, tout à fait comparable à celui que, dans l'étude des causes actuelles, on désigne sous le nom d'oscillations séculaires. » Depuis, d'assez nombreux exemples sont venus appuyer cette conception nouvelle; nous en connaissons dans les Basses-Alpes, en Tunisie, dans l'Apennin central, mais c'est surtout M. E. Fournier qui a fourni les plus manifestes, d'une part en Provence, d'autre part surtout dans le Caucase méridional[2], où, à partir du Jurasique moyen, les dômes de Tkvibouli et de la Dziroula ont constamment été affectés d'oscillations verticales, attestées par les lacunes de sédimentation, les facies littoraux, les discordances.

De même que les dômes simples, les aires anticlinales peuvent être soumises dans leur ensemble à des oscillations verticales, très compréhensibles si l'on envisage ces unités tectoniques comme des surélévations des axes dans un faisceau de plis.

Dans cette interprétation, due à M. Munier-Chalmas, on peut fort bien se rendre compte des causes qui ont déterminé, dans le massif Armoricain, pendant la période tertiaire, en Scandinavie, à l'époque actuelle, les déplacements des lignes de rivage.

Enfin, il nous reste à mentionner les accidents périphériques que peuvent présenter les dômes. Souvent le mouvement de surrection aura laissé en profondeur certaines couches, de sorte que la succession des terrains sera incomplète sur les flancs du dôme.[1] Il faudra, dans ce cas, se garder de confondre ces lacunes mécaniques avec des lacunes dans la sédimentation, dues à une émersion du dôme. Il est possible qu'il faille appliquer cette interprétation aux « vallées tiphoniques » que l'on a décrites dans le Portugal.

Il peut se présenter encore le cas d'un étranglement de la base du dôme, accompagné d'un déversement périphérique des flancs sur les terrains environnants. Le dôme prend alors la forme d'un champignon. C'est encore M. Fournier[2] qui a décrit les exemples les plus frappants de cette singulière structure.

III. — Le Trias asiatique

Si le Trias alpin constitue dès à présent le type classique du système triasique, on peut prévoir déjà que ce rôle — dévolu précédemment au Trias germanique — lui sera disputé un jour par le Trias asiatique. Il y a quelques années, on savait bien, par un travail de de Koninck, que la Salt-Range, dans l'Inde anglaise, renfermait des dépôts riches en Cératites; les travaux de Strachey, d'Oppel, de Stoliczka, de M. Griesbach nous avaient appris qu'il existait, dans l'Himalaya, des couches triasiques contenant des Ammonites semblables à celles du Trias alpin; une monographie de M. von Mojsisovics avait fait connaître plusieurs faunes très intéressantes du Trias inférieur de la Sibérie septentrionale; mais ce n'est qu'hier que des mémoires volumineux, dus à MM. Waagen, Diener et E. von Mojsisovics, sont venus nous révéler les trésors paléontologiques que renferme le Trias de la Salt-Range[3] et de l'Himalaya[4]. Les matériaux décrits

[1] P. Lory : Sur la tectonique du Dévoluy et des régions voisines, à l'époque crétacée. *Comptes rendus Acad. Sc.*, 17 août 1896.

[2] E. Fournier : *Description géologique du Caucase central*, 1 vol. in-4°, 289 p., 23 pl., Marseille, 1896.

[1] Dans ce cas M. Fournier parle de « dômes de laminage », assez improprement d'ailleurs, car il n'y a pas eu étirement des couches, mais plutôt disparition en profondeur par suite de glissements.

[2] Études stratigraphiques sur le massif d'Allauch. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, t. XXIII, pp. 508-545. Note sur la tectonique de la chaîne de l'Etoile et de Notre-Dame-des-Anges. *Ibid.*, t. XXIV, pp. 255-266, etc.

[3] Palæontologia indica. Ser. XIII, *Salt-Range fossils*, vol. II. *Fossils from the Ceratite Formation*, by W. Waagen, gr. in-4°, 323 p., 40 pl.

[4] Palæontologia indica. Ser. XV. *Himalayan fossils*, vol. II. *Trias*, part. 2, *The Cephalopoda of the Muschelkalk*, by Carl Diener, 118 p., 31 pl. — E. von Mojsisovics : Beiträge zur Kenntniss der obertriadischen Cephalopoden-Faunen des Himalaya. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wissensch.*, vol. LXIII, pp. 575-701; 22 pl., 1896.

dans ces monographies ont été recueillis, ceux de la première région par M. Waagen et par quelques collaborateurs, ceux de la deuxième, par une série d'explorateurs, et surtout par MM. Griesbach et Diener, qui, dans une expédition récente, organisée à frais communs par l'Académie des Sciences de Vienne et par le Geological Survey de l'Inde, purent étudier avec le plus grand soin la succession triasique de l'Himalaya central. Les résultats stratigraphiques et tectoniques de cette expédition sont consignés dans un beau mémoire de M. Diener [1].

Prenant ces travaux récents comme point de départ, nous allons essayer de donner un aperçu général du Trias asiatique, en suivant l'ordre chronologique des étages.

Dans aucune partie du monde le Trias inférieur ne présente un développement aussi complet qu'en Asie; tandis qu'en Europe ce groupe n'a fourni, après un demi-siècle de recherches, que 25 espèces de Céphalopodes, on en connaît, dès aujourd'hui, 212 en Asie, et cependant aucune localité asiatique n'a fait l'objet de fouilles prolongées et répétées; d'autre part, tandis que dans les Alpes on ne connaît qu'un seul niveau à Céphalopodes, qui occupe la partie tout à fait supérieure du Trias inférieur, dans la Salt-Range on ne connaît pas moins de 6 horizons superposés, caractérisés chacun par une faune spéciale; aussi cette région de l'Inde peut-elle maintenant être considérée comme la région type pour l'étude du Trias inférieur. Les nombreux Ammonoïdés que M. Waagen a décrits dans ces couches appartiennent surtout aux familles des Cératitidés, des Ptychitidés et des Meekoceratidés; ce sont des formes à cloisons prionidiennes et l'on ne connaît, dans le Trias inférieur de la Salt-Range, aucun genre à cloisons d'Ammonites, tandis que, dans le Permien de la même région, ce stade est déjà atteint par plusieurs genres. Quoique chacune des zones du Trias inférieur soit caractérisée par des espèces spéciales, les genres se rencontrent pour la plupart dans toute la série, et la seule différence que l'on puisse signaler entre les zones inférieures et les zones supérieures nous paraît résider dans la présence du genre *Celtites*, dans ces dernières seulement; on ne saurait donc attribuer qu'une valeur provisoire à une division du Trias inférieur de la Salt-Range en deux étages, l'inférieur, comprenant les trois zones qui constituent les « calcaires inférieurs à Cératites » et les « marnes à Cératites », le supérieur comprenant les trois zones des « grès à Cératites ». L'étage supérieur paraît seul correspondre au Werfénien d'Europe; il convient donc d'adopter pour l'inférieur le nom de Gandarien, proposé par MM. Waagen et Diener [1].

Dans l'Himalaya on peut reconnaître également deux étages distincts dans le Trias inférieur, mais leurs caractères paléontologiques sont tout différents de ceux que présentent le Gandarien et le Werfénien de la Salt-Range. L'étage inférieur est constitué par les « Otoceras-beds », dans lesquels on connaît dès à présent 44 espèces de Céphalopodes, appartenant surtout aux genres *Danubites*, *Proptychites*, *Ophiceras*, *Otoceras*, *Meekoceras*. Aucune de ces espèces n'existe dans l'étage gandarien de la Salt-Range, mais deux ou trois d'entre elles ont été signalées par M. Diener [2] dans les couches à *Proptychites hiemalis* des environs de Wladiwostock, dans la Sibérie orientale (Oussouri méridional); elles sont associées à une espèce des marnes à Cératites de la Salt-Range; il est donc vraisemblable que les couches à *Otoceras* et les couches à *Proptychites hiemalis* doivent rentrer dans le Gandarien et l'on ne voit pas la nécessité de créer pour elles un étage spécial, le Gangétien, plus ancien que le Gandarien. Toutefois il ne faut pas perdre de vue que les couches à *Otoceras* [3] représentent les plus anciennes couches triasiques connues, car elles passent insensiblement à leur base à des couches permiennes qui contiennent

[1] C. Diener : Ergebnisse einer geologischen Expedition in den Central-Himalaya von Johar, Hundes und Painkhanda. *Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. kais. Akad. d. Wissensch.*, vol. LXII, pp. 533-608; 7 pl., 1 carte, 1895.

[1] Parmi les dix-neuf nouveaux noms d'étages et de sous-étages proposés par MM. von Mojsisovics, Waagen et Diener dans leur « Essai de subdivision des sédiments pélagiques du système triasique » (Entwurf einer Gliederung der pelagischen Sedimente des Trias-Systems. *Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Classe*, vol. CIV, Abth. I, pp. 1271-1302, 1895), seul celui de Gandarien nous paraît susceptible d'être conservé. Plusieurs de ces noms font double emploi avec des noms déjà existants, tels que Werfénien, Virglorien, rejetés par les trois savants autrichiens sous le prétexte qu'ils sont de simples périphrases d'anciens noms locaux, comme s'il n'en était pas de même de l'Oxfordien (Oxford-clay), du Kimeridgien (Kimeridge-clay), du Thanétien (Thanet-sands), noms que personne ne songe à remplacer par d'autres. Des dénominations telles que « Brahmanien » doivent être systématiquement repoussées comme n'ayant pas une étymologie géographique; personne n'emploie plus les noms de « Murchisonien », de « Saliférien », et le « Corallien » lui-même commence à tomber en désuétude. Que dire, enfin, d'une subdivision du Trias moyen et supérieur en dix sous-étages, dont sept correspondent à une zone unique! M. von Mojsisovics paraît d'ailleurs oublier qu'en 1869 il avait déjà proposé comme subdivisions du Trias supérieur d'autres noms (Larien, Badiotien, Halorien, Œnien), dont il n'est plus question dans le nouvel essai. Si tous les terrains de la série géologique devaient être soumis à des expériences de nomenclature aussi inconsidérées, la stratigraphie deviendrait une science accessible tout au plus à quelques initiés. Pour le Trias, on peut parfaitement se contenter d'une division de chacun des trois groupes en deux étages (Gandarien-Werfénien, Virglorien-Ladinien, Carnien-Norien).

[2] C. Diener : Triadische Cephalopodenfaunen der ostsibirischen Küstenprovinz. *Mém. Comité géol.*, vol. XIV, n° 3, Saint-Pétersbourg.

[3] Le genre *Otoceras* existe également dans les couches permiennes de Djoulfa en Arménie.

un certain nombre d'espèces des Calcaires à *Productus* supérieurs de la Salt-Range. Dans cette dernière région il existe, par contre, une lacune entre le Permien et le Trias inférieur, car ce dernier débute par un conglomérat surmonté de grès et de schistes sans fossiles, qui viendraient se placer au niveau des couches à *Otoceras*, tandis que, réciproquement, dans l'Himalaya, des schistes et des calcaires peu fossilifères, faisant suite aux couches à *Otoceras*, correspondraient aux calcaires et aux marnes à Cératites de la Salt-Range.

Le parallélisme entre les représentants de l'étage supérieur du Trias inférieur, dans les différentes régions de l'Asie, est bien plus facile à établir. Les couches à *Ceratites subrobustus* de l'Himalaya contiennent plusieurs espèces que l'on rencontre dans les grès à Cératites de la Salt-Range, tandis que, d'autre part, deux espèces leur sont communes avec les couches de l'Olenek, dans la Sibérie septentrionale, dont M. E. von Mojsisovics a fait connaître, il y a quelques années, la riche faune, et dont il a établi le parallélisme avec les couches de Werfen, dans les Alpes. Ces dernières, malgré leur synchronisme, ne contiennent aucune espèce qui se retrouve en Asie; le genre *Tirolites*, qui constitue le trait caractéristique de leur faune, n'est encore connu qu'en Europe (dans les Alpes et au mont Bogdo, dans la steppe d'Astrakhan); de plus, le genre voisin *Dinarites*, que l'on rencontre en Europe, en Sibérie et dans la Salt-Range, manque totalement dans le Trias inférieur de l'Himalaya.

Dans l'état actuel de nos connaissances, le Trias moyen est beaucoup moins développé en Asie que le Trias inférieur; l'étage supérieur, le Ladinien, n'est encore connu qu'en un fort petit nombre de points, tandis que l'inférieur, le Virglorien (Muschelkalk alpin), est très fossilifère, au moins dans l'Himalaya. Dans cette région, la zone inférieure du Virglorien ne paraît représentée que par 1 à 2 mètres de calcaires à Brachiopodes, dans lesquels on n'a trouvé encore qu'un exemplaire unique d'Ammonite (*Sibirites Prahlada* Dien.). En revanche, la zone supérieure, qui correspond très bien à la zone à *Ceratites trinodosus* d'Europe, est extrêmement fossilifère et constitue le niveau le plus constant du Trias de l'Himalaya; ce sont des calcaires gris noduleux que l'on a signalés depuis le Ladakh et le Kashmir jusqu'aux confins du Nepal. La faune, dans laquelle prédominent les genres *Ceratites*, *Meekoceras*, *Gymnites*, *Ptychites*, présente des caractères intermédiaires entre les couches à *Ceratites trinodosus* d'Europe (Alpes orientales, Bosnie) et les calcaires à Daonelles du Spitzberg, mais elle contient aussi beaucoup d'éléments spéciaux, tels que *Buddhaites Rama* Dien., qui avait été confondu jusqu'à présent avec *Carnites floridus*, du Trias supérieur des Alpes[1].

Dans la Salt-Range, le Virglorien est constitué par les calcaires supérieurs à Cératites, niveau très fossilifère, qui n'a pas fourni à M. Waagen moins de 41 espèces d'Ammonites et dans lequel prédominent les genres *Ceratites*, *Celtites*, *Stephanites*, *Anasibirites*, *Meekoceras*, *Acrochordiceras*. Ce dernier genre est surtout caractéristique du Virglorien; une espèce de la Salt-Range se trouve même être presque identique avec *Acr. Damesi*, espèce du Wellenkalk allemand. Les calcaires supérieurs à Cératites ne renferment, par contre, aucune espèce du Virglorien de l'Himalaya; mais il est difficile de voir dans ce fait une raison suffisante pour les considérer, avec MM. Waagen et Diener, comme le type d'un étage spécial, plus ancien, l' « Hydaspien ».

Le Virglorien est représenté, dans la Sibérie orientale, par les couches à *Monophyllites sichoticus* de l'Oussouri, reconnues par M. Diener; dans la Sibérie septentrionale, par les couches à *Hungarites triformis* et à *Meekoceras affine* du rocher de Magyl et de l'Olenek inférieur, reconnues par M. von Mojsisovics.

L'étage supérieur du Trias moyen, le Ladinien (Norien Mojs. + Carnien inférieur), est actuellement beaucoup moins connu en Asie que le Virglorien; dans l'Himalaya il fait totalement défaut; dans la Salt-Range, il est représenté par des calcaires à Bivalves dans lesquels on ne connaît que trois Ammonites (*Dinarites*, 2 espèces de *Lecanites*). M. Waagen a été frappé de la ressemblance des Lamellibranches avec ceux du Muschelkalk d'Allemagne; d'autre part, le genre *Lecanites* s'élève également dans les Alpes jusqu'à la partie supérieure du Ladinien.

C'est peut-être aussi au niveau du Ladinien que viennent se placer les schistes argileux avec faune

[1] Tandis que le Virglorien présente des caractères très uniformes sur tout le versant hindou de l'Himalaya central, MM. Griesbach et Diener l'ont rencontré plus au nord, dans la région de Chitichun, dans le Thibet méridional, en lambeaux qui affectent un facies tout différent. Ce sont des calcaires rouges à Crinoïdes, à Brachiopodes et à Céphalopodes, tout à fait semblables aux calcaires de Hallstadt; parmi les Ammonoïdés, les genres *Monophyllites* et *Xenaspis*, qui font entièrement défaut dans le Virglorien des autres parties de l'Himalaya sont particulièrement bien représentés; toutes les espèces sont nouvelles, mais plusieurs d'entre elles possèdent des affinités étroites avec des espèces de Virglorien d'Europe. Des lambeaux de Permien, qui se trouvent associés aux lambeaux triasiques des environs de Chitichun, contiennent une faune également fort différente de celle du Permien du versant hindou. Les lambeaux permiens et triasiques de Chitichun se présentent sous la forme de masses exotiques de dimensions variables au milieu d'argiles berriasiennes (Spiti-shales) ou de grès analogues au Flysch (Gieumal-sandstone); ce sont de véritables *klippes*, analogues aux *klippes* des Carpathes et des Alpes. Si ces

du Muschelkalk[1] que M. L. von Loczy a rencontrés à Tschung-Tjen, dans le Yunnan.

Rappelons enfin que M. von Mojsisovics a signalé il y a quelques années, dans l'île de Nipon (Japon), une faune ladinienne, constituée par les genres *Ceratites*, *Arpadites*, *Danubites*, *Japonites*, *Anolcites*, *Gymnites*, et qui n'est pas sans présenter de grandes analogies avec celle du groupe de Star Peak du Nevada, aux États-Unis.

Le Trias supérieur est représenté dans la Salt-Range par des couches presque entièrement dépourvues de fossiles et dans lesquelles on n'a encore trouvé qu'un échantillon de Céphalopode (*Pseudharpoceras spinigerum* Waag.); en revanche, il possède dans l'Himalaya central un fort beau développement. Dans cette région, grâce à l'étude détaillée des coupes de Shalshall Cliff près Rimkin Paiar et de Bambanag, par MM. Griesbach et Diener, la succession des couches et la distribution des fossiles est maintenant fort bien connue, et ces fossiles ont fait l'objet d'une belle monographie due à M. von Mojsisovics ; à la base se trouvent des représentants de l'étage carnien, qui supportent des équivalents du Norien des environs de Hallstadt (Juvavien Mojs.). Les couches carniennes inférieures reposent immédiatement et sans discordance sur les couches fossilifères du Virglorien; il y a donc, dans la série triasique de l'Himalaya, une lacune correspondant à l'étage ladinien ; c'est exactement, comme l'a fait remarquer M. Diener, la répétition de ce qui a lieu dans les environs de Hallstadt, où existe une lacune de même durée. Les calcaires à Crinoïdes, par lesquels débute le Carnien dans l'Himalaya, contiennent plusieurs espèces à peu près identiques à des espèces de la zone à *Trachyceras aonoides* du Carnien inférieur des Alpes ; ces formes sont associées à deux types qui, en Europe, ne s'élèvent pas au-dessus du Ladinien, mais les genres qui, dans l'Himalaya, apparaissent pour la première fois dans le Carnien inférieur ont fait leur apparition dans les Alpes au même niveau. Les schistes à *Daonella* et les calcaires à *Tropites*, qui font suite aux calcaires à Crinoïdes, renferment de nombreux genres d'Ammonites cryptogènes, tels que *Eutomoceras*, *Anatomites*, *Jovites*, *Tropites*, etc. Ces genres sont inconnus partout dans le Trias moyen et l'on n'y connaît pas davantage de types qui pourraient être envisagés comme leurs ancêtres.

L'apparition simultanée des types crytogènes du Trias supérieur dans les Alpes et dans l'Himalaya et la lacune qui, dans les deux régions, correspond exactement au Ladinien montrent une fois de plus que, contrairement à l'opinion de M. von Mojsisovics, on doit faire débuter le Trias supérieur avec la zone à *Trachyceras aonoides* (couches de Raibl) et non avec la zone à *Trachyceras Aon* (couches de Saint-Cassian), qui doit être rattachée au Ladinien ; que le Ladinien doit être réuni au Trias moyen, et, enfin, que l'étage Tyrolien, qui rapproche artificiellement le Ladinien et le Carnien, doit être abandonné.

Les calcaires noirs du Norien inférieur de Bambanag ont fourni à M. Diener une riche moisson d'Ammonites ; les genres *Halorites*, *Parajuvavites*, *Tibetites*, *Steinmannites*, *Clionites*, etc., sont représentés par de nombreuses espèces, tandis que les *Arcestes*, les *Pinacoceras* y sont fort rares. Une partie de la faune présente de grandes analogies avec celle du Norien de Hallstadt, quoique les deux régions ne possèdent aucune espèce en commun ; d'autres éléments de la faune sont, par contre, propres à l'Himalaya.

Les parties supérieures du Norien sont beaucoup moins fossilifères dans les coupes de M. Diener ; au-dessus des couches à *Halorites* viennent des calcaires dolomitiques à Brachiopodes, puis des calcaires à Lamellibranches, dans lesquels on n'a recueilli qu'un fragment d'Ammonite. Le Trias se termine par de puissantes masses de calcaires, analogues au calcaire du Dachstein, dans les Alpes, qui représentent déjà le Rhétien, au moins dans leur partie supérieure.

On ne connaît que fort peu de jalons réunissant le Trias supérieur des régions alpines à celui de l'Himalaya. Nous ne pouvons citer que les points suivants : les couches à *Monotis salinaria* du Pamir, que nous mentionnions dans notre revue annuelle de 1895 ; un exemplaire de *Didymites*, genre d'Ammonite essentiellement norien, trouvé en Afghanistan par M. Griesbach, dans un bloc isolé ; puis les dépôts vraisemblablement noriens de Balia-Maaden, en Asie Mineure, dont la faune, composée surtout de Brachiopodes et de Lamellibranches, commence à être assez bien connue, grâce aux explorations de M. Bukowski et aux études paléontologiques de M. Bittner ; enfin, un gisement de calcaires extrêmement fossilifères, découvert récemment par M. Franz Toula[1], près du golfe

klippes sont des lambeaux de recouvrement, comme le sont certainement celles du canton de Schwytz, en Suisse, et celles de l'Ubaye, on ne peut indiquer actuellement l'origine du grand pli couché dont elles constitueraient des témoins.

[1] La question de l'attribution du Muschelkalk supérieur d'Allemagne au Ladinien a fait un grand pas grâce à la découverte, par M. Tornquist, de *Ceratites nodosus*, que jusqu'à présent on avait en vain cherché dans les Alpes, dans les couches de Buchenstein, à Recoaro, en Lombardie. Il y a lieu d'espérer maintenant que M. von Mojsisovics et son école cesseront d'appeler « Muschelkalk supérieur » les couches virglorienne supérieures, à *Ceratites trinodosus*. Quant au parallélisme de ces dernières avec le calcaire à *Encrinus liliiformis*, admis par M. Tornquist, il nous paraît fort contestable.

[1] *Neues Jahrbuch f. Miner., Geol.*, 1896, vol. I, pp. 149-151.

d'Ismid, encore en Asie Mineure, et dans lequel le célèbre géologue-voyageur a recueilli 56 espèces, nouvelles pour la plupart, mais à affinités manifestement virgloriennes (zone à *Ceratites trinodosus*).

Tandis que les dépôts triasiques inférieurs et le Virglorien étaient bien représentés sur les bords de l'Océan Arctique, au Spitzberg et dans le Nord de la Sibérie, il n'en est plus de même du Trias supérieur, car on ne connaît de dépôts qui puissent lui être attribués que dans la Sibérie orientale. Ce sont les couches à *Pseudomonotis ochotica*, dont l'âge norien (juvavien Mojs.) est maintenant bien établi et que l'on rencontre sur tout le pourtour du Pacifique : à Werchojansk, dans le golfe d'Ochotsk, au Japon, dans la Nouvelle-Calédonie (où l'on a trouvé également un *Stenarcestes* figuré par M. Mojsisovics et un *Phylloceras* de type norien), dans la Nouvelle-Zélande, dans la Nouvelle-Galles du Sud, au Pérou, dans la Colombie, la Californie, la Colombie Britannique et dans l'Alaska. Aucun niveau triasique ne possède une aussi vaste extension géographique et l'on peut constater qu'il se rencontre précisément dans des régions où les étages inférieurs du système n'ont pas encore été signalés.

On commence à pouvoir relier les dépôts triasiques du pourtour du Pacifique à ceux de l'Inde. Il y a quelques années, M. Rothpletz a signalé dans l'île de Rotti, près de Timor, du Trias supérieur avec *Monotis salinaria*, des *Halobia*, et des *Daonella*, et tout récemment M. Douvillé a reconnu dans un envoi de fossiles recueillis sur le chemin de fer de Phu-lang-Thuang à Langson (Tonkin) un Céphalopode à cloisons de Cératite, que M. Diener attribue au genre *Pronorites*, du Trias inférieur.

La distribution géographique des dépôts triasiques marins à la surface du globe doit donner lieu, pour terminer, à quelques remarques. On s'aperçoit que le type alpin est presque exclusivement localisé dans une zone correspondant à l'emplacement de celles des chaînes de montagnes qui doivent leur formation à des plissements datant de la fin de la période tertiaire. Il y a une coïncidence frappante entre l'emplacement de cette zone, — qui comprend le système alpin, les montagnes de l'Asie Mineure, les chaînes iraniennes, l'Himalaya, l'Indo-Chine et les îles de la Sonde, — et l'emplacement de l'ancienne mer que Neumayr appelait « Méditerranée centrale », et que M. Suess a désignée sous le nom de « Tethys » ; à l'époque triasique, cette coïncidence est presque parfaite. Non moins frappante est la coïncidence entre la zone circumpacifique, caractérisée par la présence de couches à *Pseudomonotis ochotica*, et la bande de montagnes plissées qui entoure le Grand Océan, et qui comprend la Cordillère des Andes, les Aléoutiennes, les Kouriles, le Japon, les Philippines, la Nouvelle-Guinée, la Nouvelle-Calédonie et la Nouvelle-Zélande. On peut se demander si la bande de sédiments triasiques qui entoure tout le Pacifique actuel est une bande littorale et si le Pacifique existait dès l'époque secondaire à l'état de grande dépression, ou si elle ne correspond pas plutôt à une sorte de large chenal ou géosynclinal entourant un continent situé sur l'emplacement de l'océan actuel. Les deux branches de ce géo-synclinal circumpacifique se raccorderaient à l'est de l'île de Bornéo avec la « Tethys ».

Les éruptions volcaniques du Pacifique, qui dénotent de vastes effondrements, aussi bien sur le pourtour de l'océan que dans sa partie centrale, nous font pencher vers cette deuxième manière de voir. La mer circumpacifique aurait existé pendant toute la période secondaire et le continent qu'elle entourait ne se serait morcelé, puis abîmé définitivement que pendant la période tertiaire, tandis que les chaînes de montagnes se formaient sur l'emplacement du géosynclinal.

L'histoire du Pacifique reproduirait donc, dans des proportions gigantesques, l'histoire de la Méditerranée occidentale.

On peut distinguer dans les mers du Trias plusieurs provinces zoologiques : d'abord une *province boréale*, comprenant, dans l'état actuel de nos connaissances, le Spitzberg et le Nord de la Sibérie ; puis une *province circumpacifique*, qui comprendra également la Sibérie orientale et que M. von Mojsisovics réunit à la province boréale sous le nom de province arctico-pacifique ; une *province indo-européenne*, que l'on pourrait, avec M. von Mojsisovics, subdiviser en deux provinces : la province indienne et la province alpine ; enfin, la *province germanique*, qui n'est qu'une dépendance de la province alpine et ne possède, comme on le voit, qu'une bien minime importance à côté des types asiatiques du Trias.

S'il n'existait pas, à l'époque triasique, d'*océan* Pacifique, c'est dans la province boréale qu'il faudra rechercher l'origine des faunes cryptogènes du Trias supérieur.

Emile Haug,
Docteur ès sciences,
Chef des travaux pratiques de Géologie
à la Faculté des Sciences de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Lallemand (Charles), *Membre du Bureau des Longitudes, Directeur du Service du Nivellement général de la France.* — **Notes sur le rôle des erreurs systématiques dans les nivellements de précision et sur le degré de stabilité des piquets.** (*Extraites des Comptes rendus de la 11e Conférence générale de l'Association géodésique internationale, tenue à Berlin en octobre* 1895.) — **Note sur l'erreur de réfraction dans le nivellement géométrique.** (*Extraite des Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 27 juillet et 3 août* 1896.)

Dans son Rapport sur les travaux effectués, en 1895, par le Service du Nivellement général de la France, M. Ch. Lallemand nous apprend que la vérification des tronçons du réseau fondamental (pour lesquels la discordance entre les deux opérations d'aller et de retour dépassait la tolérance admise de $1^{mm},5$ par kilomètre), atteignait, à la fin de 1895, la longueur de 1.460 kilomètres, soit 12 °/o de l'étendue totale du réseau. Or, c'est uniquement dans deux ou trois cas que les nouveaux résultats ont pu être substitués aux anciens, pour le calcul des écarts de fermeture des polygones.

M. Lallemand attribue cet insuccès à deux causes :

1° Aux erreurs systématiques, qui s'ajoutent aux erreurs accidentelles — par lesquelles on a l'habitude de caractériser la précision d'un nivellement — et qui, inappréciables sur de petits parcours, arrivent, pour des lignes de grandes longueurs, à dépasser beaucoup, comme total, les erreurs accidentelles;

2° Au peu de stabilité des piquets employés, pour les deux opérations, comme repères provisoires, dans l'intervalle des repères métalliques permanents.

Il a été ainsi conduit à étudier ces deux influences : il l'a fait dans les deux premières notes, que nous nous proposons d'analyser.

Pour ce qui est des erreurs systématiques, il suffit pour déceler leur présence, dans un tronçon de réseau, de cumuler algébriquement les discordances relatives à ce tronçon : les parties purement accidentelles, c'est-à-dire indifféremment positives ou négatives, se compensent partiellement, et leur influence croît seulement comme la racine carrée de la distance au point de départ. Au contraire, s'il existe un élément systématique, son effet, toujours de même signe, grandit proportionnellement à la distance. Pour suivre plus commodément les résultats de ce calcul, l'auteur les a traduits graphiquement en diagrammes, dont les abscisses expriment les distances à l'origine du tronçon et les ordonnées les discordances cumulées depuis cette origine. Au lieu de présenter l'aspect de courbes ondulées ayant pour ligne moyenne l'axe des abscisses, comme cela arriverait si les opérations étaient affectées seulement d'erreurs accidentelles, ces diagrammes sont constitués par des courbes très notablement inclinées par rapport à cet axe; l'allure systématique y est presque toujours très nettement accusée. D'ailleurs deux cas se présentent : ou bien, la courbe affecte, d'un bout à l'autre, une allure ascendante ou descendante à peu près régulière; ou bien, elle se divise en plusieurs tronçons, chacun d'allure à peu près uniforme, mais inégalement inclinés les uns par rapport aux autres, comme si la cause déterminante des erreurs systématiques s'était brusquement modifiée. Dans ce second cas, on peut se demander s'il convient d'admettre un seul coefficient d'erreur systématique pour la section entière, ou si, au contraire, il ne serait pas plus rationnel de décomposer celle-ci en plusieurs tronçons de même allure. M. Lallemand a successivement appliqué les deux modes de calcul, se réservant de voir plus tard, d'après les résultats obtenus avec plusieurs grands réseaux, lequel des deux procédés mérite la préférence.

Il a employé une méthode qu'il avait déjà exposée [1] en détail, et il a trouvé, pour erreur systématique probable par kilomètre, $\pm 0^{mm},120$ par le premier mode, $\pm 0^{mm},175$ par le second.

Il a recherché quelles pouvaient bien être les causes de cette erreur; après avoir incriminé successivement les profils des cheminements, les courbes de variation de la température et de la longueur des mires, les modifications survenues dans le personnel des brigades, dans le mode d'opération, dans la nature ou l'emploi des instruments,... il n'est arrivé, pour aucune, à une conclusion positive. Mais si les causes restent à déterminer, leur effet n'en est pas moins certain.

Connaissant l'erreur systématique moyenne, il suffit de l'éliminer des discordances effectives, pour avoir l'erreur purement accidentelle, sur un tronçon d'abord, puis sur l'ensemble du réseau. L'erreur accidentelle probable par kilomètre une fois déterminée pour le réseau, on peut obtenir *a posteriori* une seconde valeur de l'erreur systématique, en retranchant de la somme des carrés des écarts réels de fermeture des polygones la part des erreurs accidentelles.

M. Lallemand a fait cela pour les principaux réseaux d'Europe. Finalement, il est arrivé aux conclusions suivantes :

1° Bien que le rôle des erreurs systématiques dans les nivellements n'ait été signalé jusqu'ici que très rarement, il y a tout lieu de croire que ce rôle est général et que, à peu d'exceptions près, les nivellements de précision sont tous affectés d'erreurs de cette nature;

2° Le coefficient probable de ces erreurs, dans la moyenne des deux opérations d'aller et de retour, est généralement compris entre $0^{mm},05$ et $0^{mm},30$ par kilomètre;

3° Dans l'état actuel des choses, le meilleur moyen d'atténuer l'effet des erreurs systématiques est de restreindre les dimensions des mailles.

Pour ce qui est de la stabilité des piquets employés comme repères provisoires dans l'intervalle des repères métalliques permanents, on sait que ces piquets sont constitués par des morceaux de bois, d'environ 30 centimètres de longueur et 4 centimètres de diamètre, surmontés d'un gros clou à tête bombée pour servir d'appui aux mires. Or, dans l'intervalle de 10 minutes à 15 jours qui sépare les deux opérations d'aller et de retour, ces piquets subissent un enfoncement ou un relèvement imperceptible, mais dont il est facile de montrer l'influence. Si, en effet, pour un tronçon du réseau, au lieu de considérer, comme on l'a fait dans la note précédente, les discordances de repère à repère entre les deux opérations, on prend les discordances individuelles par nivelée, et qu'on essaie d'en déduire l'erreur accidentelle kilométrique du nivellement, on trouve toujours un chiffre plus fort dans le second cas que dans le premier. Pour le réseau fondamental du nivellement général de la France, l'excès atteint $0^{mm},10$ en moyenne, et $0^{mm},35$ pour quelques sections. Cet excès provient des effets de l'instabilité des piquets, qui disparaissent dans le premier mode de calcul, et se font intégralement sentir dans le second.

[1] *Nivellement de haute précision*, Paris 1889, Baudry, n° 89

M. Lallemand a calculé, par une méthode fort ingénieuse, la hauteur moyenne dont les piquets se sont ainsi déplacés verticalement, dans l'intervalle des deux opérations. Il a trouvé que cette hauteur moyenne pouvait être considérée comme formée d'une partie constante ($0^{mm},30$ environ) et d'une partie sensiblement proportionnelle au temps (à peu près $0^{mm},04$ par jour). Elle a varié, pour les quinze sections étudiées, entre $0^{mm},18$ et $0^{mm},44$.

La réfraction aérienne fausse toutes les observations faites dans l'atmosphère, et principalement les visées horizontales effectuées dans ses couches les plus basses. Son effet doit donc atteindre son maximum dans les opérations de nivellement, qui ne sortent pas d'une tranche de 2 à 3 mètres d'épaisseur, contiguë au sol. Pour obtenir une formule générale de l'erreur de réfraction, il faudrait connaître dans tous les cas la variation de la densité de l'air avec la hauteur au-dessus du sol. Cette question, ordinairement insoluble, est heureusement susceptible d'une solution approchée, dans le cas spécial du nivellement géométrique.

M. Lallemand a établi une formule qui donne cette solution et qui l'a conduit aux conclusions suivantes :

1° La pression barométrique oscillant de $0^{m},030$, de part et d'autre de $0^{m},760$, il en résulte pour l'erreur de réfraction une variation de $\pm 4\,\%$ autour de sa valeur moyenne ;

2° La variation atteint $\pm 13\,\%$, quand la température passe de $+12°$ à $-6°$ ou à $+30°$;

3° Il existe, entre les deux mires, une position du niveau pour laquelle la correction finale de réfraction est nulle ;

4° Lorsqu'on opère en terrain horizontal, l'erreur est proportionnelle à la longueur de la nivelée et à la différence des distances du niveau aux deux mires ;

5° Ces distances étant supposées égales,

a) Si les éléments de la nivelée (pente du terrain, hauteur du niveau, longueur de la nivelée) sont constants, l'erreur de réfraction ne dépend plus que de l'état atmosphérique. Elle peut être donnée par un abaque hexagonal, que M. Lallemand a construit ;

b) Si, l'état thermique restant constant, les éléments de la nivelée varient — moyennant certaines hypothèses, généralement réalisées dans les nivellements de précision, — l'erreur de réfraction, nulle pour une pente égale à zéro, croît à peu près proportionnellement à elle jusqu'à une de ses valeurs, dite *de transition*, puis décroît jusqu'à s'annuler de nouveau pour une pente infinie.

Dans des conditions atmosphériques ordinaires, et pour des nivelées de 150 mètres sur une pente égale à la pente de transition, l'erreur de réfraction peut atteindre 4 millimètres par kilomètre, soit environ le quintuple de l'erreur accidentelle probable d'un nivellement de haute précision. Ce chiffre prouve à lui seul l'utilité de tenir compte de cette erreur.

Gérard Lavergne,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Steinheil (Robert). — **La Reproduction des couleurs par la superposition des trois couleurs simples.** — *1 vol. in-8° jésus, avec 150 planches en chromotypographie, donnant près de 15.000 tons. (Prix : 100 francs.) Berger-Levrault et Cie, 5, rue des Beaux-Arts, Paris ; 18, rue des Glacis, Nancy.* 1896.

C'est le désir de systématiser l'application des couleurs dans l'industrie qui a amené M. Steinheil à composer le bel ouvrage qu'il présente au public. Faisant partie de la renommée maison Berger-Levrault et Cie, l'auteur a voulu, comme il le dit dans son introduction, « d'une part, déterminer les moyens les plus économiques de reproduire l'aquarelle, le lavis, la peinture, etc. ; d'autre part, fournir aux chromistes une collection de documents exacts dont l'ensemble leur fût un instrument de travail, un guide propre à leur faciliter le choix des colorants à employer ». Les résultats nombreux, pour la plupart nouveaux, qu'il a obtenus lui ont paru de nature à intéresser tous ceux qui étudient la couleur, la préparent ou l'utilisent.

A l'aide de cet ouvrage, le physicien pourra à loisir comparer les résultats industriels du procédé de superposition, aussi bien avec les résultats correspondants donnés par le mélange des couleurs qu'avec ceux dus à l'emploi du disque de Maxwell.

L'aquarelliste y étudiera les relations de « parenté » rattachant les diverses nuances aux couleurs simples, ainsi que les tons simples à *superposer* pour obtenir, en un point voulu, un ton composé donné.

Les industries d'art, de l'impression sur tissus, les fabricants de papiers peints, de tapisserie de luxe, etc., y trouveront à choisir des tons complémentaires se faisant au mieux valoir l'un l'autre.

Quant aux imprimeurs, lithographes aussi bien que typographes, ils se rendront facilement compte de l'utilité que présente pour eux cet ouvrage, aujourd'hui que l'art des reproductions graphiques prend un si grand développement.

Les planches du volume contiennent tous les tons qu'il est pratiquement possible de rendre au moyen des trois seuls tirages *jaune, rouge, bleu.* Elles comprennent, en outre, les tons que l'on peut obtenir par quatre tirages (jaune, rouge, bleu, noir) et par cinq tirages (jaune, rouge, bleu, noir, vernis). Chaque ton obtenu est accompagné des tons simples composants, témoins qui permettent de reproduire à volonté ce même ton composé.

L'emploi judicieux de ces tons *équidistants* pourra, dans bien des cas, réduire au strict minimum le nombre des tirages. De plus, le chromiste se représentera rapidement à l'avance, en consultant cet ouvrage, les résultats qu'il peut obtenir, et il évitera ainsi les tâtonnements, les épreuves multipliées, les fausses manœuvres.

Tel est le but qu'a poursuivi l'auteur, tels sont les résultats auxquels il est arrivé et les services que son œuvre peut rendre à toutes les industries qui s'occupent de l'application des couleurs.

Outre les 150 planches, tirées avec un soin et une netteté parfaite, que renferme ce beau volume, on y trouve d'abord une définition très claire des termes : lumière, couleurs, couleurs spectrales, couleurs d'addition, pigments, couleurs de soustraction....., teinte, intensité chromatique, tons d'une couleur, tons lavé, rabattu, gris, franc, brillant, glacé ; gamme, gamme lavée, etc..... : toutes définitions empruntées aux divers ouvrages traitant de ce sujet, notamment à ceux de Chevreul, Lacouture, Rood, etc..... Puis un premier chapitre est consacré à l'étude d'une série normale de tons types, leurs gammes lavées, rabattues, grisées, brillantes et glacées. Dans ce chapitre, l'auteur insiste sur la gamme lavée décimale, et relate qu'il est arrivé à reproduire simultanément, d'un seul coup de presse, dix tons équidistants ; leur intensité varie suivant les termes d'une progression arithmétique, dont la raison serait égale au 1/10e de l'intensité maximum que l'on peut obtenir. Pour fixer les idées, il appelle cette raison *degré d'intensité.*

Les dix tons sont numérotés de 1 à 10, ces chiffres indiquant en degrés l'intensité du ton.

Le chapitre suivant est consacré à l'étude de l'action respective des différents tons simples, et la troisième partie comprend quelques résultats des superpositions de couleurs.

Comme conclusion, l'auteur tient, pour éviter tout malentendu, à bien spécifier que les planches publiées dans son ouvrage doivent être considérées comme une *collection d'expériences* réalisées industriellement dans des conditions bien déterminées.

Inutile d'ajouter que ce travail est édité avec un soin tout particulier et qu'il fait honneur au praticien qui l'a mené à bonne fin et à la maison dont M. Steinheil est un des chefs.

A. Haller,
Correspondant de l'Institut.

3° Sciences naturelles

Froidevaux (Henri), *Docteur ès lettres.* — **Un explorateur inconnu de Madagascar au XVIIe siècle : François Martin.** — 1 *brochure in-8° de 44 pages.* (*Extrait du Bulletin de Géographie historique et descriptive.*) *Imp. nationale. Paris*, 1896.

Il était naturel que la récente expédition conduisît les érudits à rechercher les vestiges des travaux accomplis naguère par les Français à Madagascar : explorations et tentatives de colonisation. Au dernier Congrès des Sociétés savantes, M. Grandidier, avec sa grande autorité, remettait en lumière l'intéressante figure du voyageur oublié Mayeur. Aujourd'hui, c'est un autre inconnu, François Martin, que M. Froidevaux tire de l'ombre, grâce à de précieux *Mémoires*, qu'il lui a été donné de consulter aux Archives nationales. François Martin joua au XVIIe siècle un grand rôle dans l'Hindoustan. On sait qu'il y fonda la puissance française. Mais c'est à Madagascar qu'il fit, pour ainsi dire, son apprentissage d'agent colonial. Il résida sur la côte orientale de l'île, à Galemboule, à moins d'un degré au nord de Tamatave, en qualité de sous-marchand de la Compagnie des Indes Orientales, du 26 août 1665 au 6 septembre 1668. Il était chargé de récolter du riz dans l'arrière-pays et d'en approvisionner les postes de la côte. Mais, en outre, François Martin fit plusieurs explorations au nord, à l'ouest et au sud de sa résidence, et c'est au cours de ces expéditions qu'il recueillit d'intéressantes observations ethnographiques.

On retrouve dans ce nouveau Mémoire de M. Froidevaux ces qualités de méthode dans l'étude des textes, auxquelles la Société de Géographie a rendu hommage en couronnant du prix Jomard les précédents travaux de l'auteur, et dans lesquelles se reconnaît le digne élève de Fustel de Coulanges. HENRI DEHÉRAIN.

Delage (Yves), *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris*, et **Hérouard** (Edgard), *Chef des Travaux de Zoologie à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Traité de Zoologie concrète.** *Tome I* : **La Cellule et les Protozoaires** — 1 *vol. in-8° de 584 pages avec 870 gravures en noir et en couleurs.* (*Prix : 12 francs*). *Schleicher frères, éditeurs* (*Librairie C. Reinwald*). *Paris*, 1896.

« Concret » exprime les qualités unies à leur sujet et s'oppose par conséquent à « abstrait » qui exprime la séparation de telles ou telles qualités considérées indépendamment (abstraction faite) des autres et de leur sujet.

Il faut se remettre en tête la valeur exacte des deux termes que nous venons de définir pour comprendre le titre auquel les auteurs se sont arrêtés pour leur traité dit de *Zoologie concrète.* Ils estiment que les ouvrages de Zoologie qui ont été mis, jusqu'à ce jour, entre les mains des élèves de l'enseignement supérieur, sont des ouvrages abstraits et qu'ils ne rendent pas, pour cette raison, à ces élèves, les services qu'ils en attendent. Ce sont des ouvrages abstraits, car les qualités des sujets, c'est-à-dire leurs caractères anatomiques, sont traitées à part dans des chapitres d'Anatomie comparée qui ne sont eux-mêmes que des tableaux abrégés, et les sujets, de leur côté, ne sont que sommairement décrits dans des chapitres annexes de Zoologie. Dans cette manière de procéder, le mode abstrait est d'autant plus manifeste que les propriétés anatomiques indiquées dans les chapitres *ad hoc* sont, pour des raisons variées, glanées sans méthode dans le champ zoologique, si bien qu'il est impossible au lecteur, usant des éléments que lui offre le livre, de reconstituer un individu déterminé avec toutes ses qualités. Dès lors, si, cherchant à établir un type zoologique, il parcourt les chapitres d'anatomie pour y retrouver les détails qui s'adapteront à l'objet de ses études, il peut, si l'on veut, reconstituer les caractères du système digestif, mais les documents lui manquent pour restituer ceux de l'appareil respiratoire, par exemple, ou ceux des appareils circulatoire, nerveux, etc. En un mot, sa tentative reste vaine.

« Ce travail, qu'il n'a pu faire, disent MM. Delage et Hérouard, c'est à l'auteur à le faire pour lui. C'est à l'auteur à lui présenter les choses sous la forme où il le désire, où il a besoin qu'elles soient pour en avoir une notion précise et pour les retenir. »

On voit, par cette phrase, le but que se sont proposé les auteurs de la *Zoologie concrète.* Ils ont voulu faire un livre qui permette aux étudiants à la fois d'acquérir sur tous les animaux ou groupes d'animaux des notions précises et de fixer dans leur esprit les notions ainsi acquises.

Au point de vue purement pédagogique, la manière de voir des auteurs est peut-être discutable. On peut se demander, en effet, si vraiment il est bon de mâcher la besogne à ce point. Que va devenir désormais l'effort personnel qui, seul, féconde le travail? L'étudiant se soustrait déjà trop facilement à cet effort; ne va-t-il pas perdre définitivement le goût de la recherche personnelle, négliger de s'exercer à la synthèse? en un mot, ne craint-on pas d'annihiler, chez lui, l'originalité, le sens critique, l'initiative et, plus généralement, toutes les qualités qui font le véritable esprit scientifique? Combien d'élèves, doués d'une bonne mémoire, qui se contenteront désormais d'apprendre le livre et délaisseront les travaux de laboratoire qui sont, à notre avis, le meilleur mode d'enseignement.

Nous souhaitons vivement que nos craintes soient chimériques, mais nous trouvons dans la préface de l'ouvrage de MM. Delage et Hérouard, une phrase qui nous donne à penser que nous n'avons point tout à fait tort. « Il lui faut (à l'élève), pour trouver des notions concrètes, des descriptions anatomiques assises sur un être réel, chercher dans les mémoires spéciaux, dans les monographies. Et vraiment il n'en a pas le temps. » Si vraiment les élèves n'ont point le temps de faire ce travail, le seul qui soit intelligent (j'entends par là qui exerce l'intelligence), il faut plaindre notre enseignement supérieur et regretter une telle surcharge des programmes.

Mais laissons de côté ce point spécial et voyons comment les auteurs ont procédé pour atteindre leur but.

La solution idéale eût été de donner une monographie complète de toutes les espèces. On comprend, sans plus insister, que la réalisation d'un ouvrage ainsi conçu est impossible; elle ne l'est guère plus si l'on veut présenter une monographie de chaque genre. Il a semblé, par contre, à MM. Delage et Hérouard qu'ils pouvaient, à partir de la famille ou du sous-ordre donner une description complète des caractères de ces groupes. Mais, comme dans maintes circonstances, il leur eût été impossible de trouver un type vivant réunissant d'une façon assez complète tous les caractères du groupe, ils ont imaginé, pour chaque groupe, un type concret, c'est-à-dire assumant, comme le bouc émissaire qui assumait toutes les iniquités d'Israël, toutes les qualités spéciales du groupe en question. Ce type, les auteurs l'appellent *type morphologique;* ce n'est point, en général, avons-nous dit, un être réel; c'est un être idéal, qui pèche plus souvent par excès que par défaut, et qui servira de base pour la connaissance des genres qui forment le sous-ordre. Ce type morphologique étant bien connu, il suffira, en effet, d'en retrancher tel ou tel caractère ou de l'atténuer seulement pour se représenter un genre déterminé, ou bien, au contraire, d'accentuer une particularité ou de l'ajouter, si elle manque au type morphologique pour distinguer un autre genre. En créant de même un type morphologique pour chaque ordre, pour chaque sous-classe et pour chaque classe, on peut, par des modifications apportées à chacun de ces types, se représenter les caractères des divers éléments composant ces groupes.

Un exemple nous fera mieux comprendre : Voici la classe des Rhizopodes; les auteurs prennent l'*amœbien* (non le genre *amœba*, mais une forme idéale) pour type morphologique et ils réunissent à la fois dans ce type :

un ectoplasme et un endoplasme, un noyau, des pseudopodes lobés et des pseudopodes réticulés, une vésicule pulsatile, des vacuoles alimentaires, des vacuoles de désassimilation, des vacuoles à contenu liquide et à contenu gazeux, des pigments, des chromoplastes, etc., en un mot tout ce qui peut se trouver chez un Rhizopode. Tel est le type morphologique de la classe. Si maintenant on étudie les divisions de cette classe, on créera le type morphologique de chacune de ces divisions en prenant, dans le complexe concret dont il vient d'être question, ce qui est essentiellement nécessaire. Ainsi, par exemple, pour l'ordre des Acystosporés, dont le type morphologique doit être la plus extrême réduction du type de la classe, il suffira de se représenter un être dont la différenciation en ectoplasme et endoplasme n'existe pas, qui possède seulement des pseudopodes de l'espèce réticulée et qui n'a ni vésicule pulsatile, ni noyau même parfois. C'est un type morphologique de l'ordre qui servira alors de base pour établir très rapidement et d'une façon cependant suffisante les caractères des genres.

Telle est la méthode adoptée par MM. Delage et Hérouard.

L'ouvrage comprend donc la description d'un nombre considérable de types morphologiques dont fort peu sont empruntés au monde réel; par contre, les genres sont décrits et figurés dans leur forme vraie.

Que vaut cette méthode d'exposition pour l'enseignement?

L'expérience seule pourra répondre à cette question. *A priori*, on est, à vrai dire, quelque peu étonné de cette abondance de créations imaginaires; n'est-ce pas une sorte d'histoire artificielle des animaux qu'on substitue à leur histoire naturelle?

On voudra bien remarquer que toutes nos réserves ne visent que le point de vue pédagogique et, si nous avons pensé pouvoir les faire, c'est que le *Traité de Zoologie concrète* se présente avec des visées pédagogiques très nettement exprimées par les auteurs.

Cette part faite à la critique, ils nous font louer sans arrière-pensée, car on ne saurait assez l'admirer, l'effort considérable qu'ont fait les auteurs pour arriver à mettre sur pied ce premier volume qui traite seulement de la cellule et des Protozoaires. Le texte, dû à la plume de M. Delage, fourmille de documents précieux pour les travailleurs et pas n'est besoin de dire avec quelle conscience sont traitées les questions difficiles ou controversées. Près de 900 figures nouvelles, dont les éléments ont été puisés aux meilleures sources, sous la direction de M. Hérouard, donnent à l'ensemble une valeur considérable; enfin, poussant le souci de la perfection aussi loin qu'on peut le souhaiter, les auteurs ont complété leur immense travail en dressant cinq tables, dont une placée au commencement est une table méthodique, les autres, reportées à la fin du volume, constituant: un index bibliographique, une table des mots techniques, une des noms des hôtes des parasites, enfin un index génésique des Protozoaires; et dans cet index les genres parasites sont marqués d'un astérique, ce qui équivaut à une sixième table.

Des dispositions typographiques nouvelles facilitent en outre la recherche des genres dans le texte; en un mot ce volume, le premier des huit qui doivent composer le *Traité complet de Zoologie concrète*, marque un progrès considérable et il revenait bien au savant et laborieux professeur de la Sorbonne de prendre l'initiative d'une œuvre de cette envergure.

Dr H. Beauregard,
Assistant au Muséum.

Kayser (E.), *Docteur ès sciences, Chef des Travaux du Laboratoire de Fermentation à l'Institut National Agronomique.* — **Les Levures.** Caractères morphologiques et physiologiques. Application des Levures sélectionnées. — 1 *vol. in*-18 *de* 200 *pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris*, 1897.

4° Sciences médicales

Roger (G. H.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, Médecin des Hôpitaux de Paris.* — **Des applications des sérums sanguins au traitement des maladies.** — 1 *vol. in*-8° *de* 154 *pages. Imp. Crépin Leblond*, 21, *Rue Saint-Dizier, Nancy*; 1896.

Bien que la découverte des propriétés immunisantes et curatives du sérum des animaux vaccinés ne remonte qu'à quelques années, les recherches suscitées par cette importante question de la sérothérapie ont été si nombreuses jusqu'à ce jour, qu'une révision méthodique, une classification sérieuse des résultats obtenus s'imposait. Ce fut là l'objet de deux rapports présentés au dernier Congrès de Médecine à Nancy par MM. Roger et Haushalter (de Nancy).

Le travail de M. Roger constitue une revue à la fois très complète et très claire des recherches et des faits concernant la sérothérapie.

Dans un premier chapitre, M. Roger fait l'historique de la question depuis les travaux de Ch. Richet, Héricourt et Bouchard jusqu'à ceux de Behring et Kitasato, de Roux et Martin.

Un deuxième chapitre comprend l'étude des principes généraux de la sérothérapie (Différences entre la bactériothérapie et la sérothérapie, choix de l'animal, mesure de l'activité des sérums).

Passant à l'exposé des diverses applications si nombreuses déjà de la sérothérapie, M. Roger établit pour les maladies où la sérothérapie a été employée la classification suivante :

A. Maladies dont l'agent pathogène est connu (charbon choléra, diphtérie, lèpre, tuberculose, morve, etc.).

B. Maladies dont l'agent pathogène est inconnu (rage, rhumatisme, syphilis, cancer, néoplasmes).

C. Maladies spéciales aux animaux (charbon symptomatique, maladie des porcs, septicémie aviaire).

D. Intoxications, poisons, minéraux, végétaux, animaux. Vient ensuite l'exposé des accidents imputables à la sérothérapie : exanthèmes, arthropaties, fièvre, néphrites, albuminurie...; une étude du pronostic, de la cause et du mécanisme de ces accidents.

Dans le chapitre V, l'auteur étudie le mode d'action des sérums thérapeutiques, action encore si obscure et si controversée.

Les conclusions qui terminent le travail de M. Roger peuvent être résumées ainsi :

La sérothérapie est une méthode thérapeutique très précieuse, mais il ne faut pas la considérer comme une panacée : à des causes de maladie multiples, il faut des moyens thérapeutiques multiples. Il faut fixer les indications de la sérothérapie. Voilà le rôle du clinicien; quant à l'expérimentation, elle doit chercher à purifier les antitoxines des substances non seulement inutiles mais même nuisibles qui les accompagnent. Une fois ce travail fait, un nouveau et grand progrès aura été accompli en sérothérapie. On ne saurait mieux dire.

Le travail de M. Roger est à la fois très documenté et très clair, et après sa lecture, on se rend plus nettement compte des faits acquis et des progrès à réaliser.

J. E. Abelous,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Toulouse.

Delfau (G.), *Ancien interne des Hôpitaux de Paris.* — **Hygiène et Thérapeutique thermales.** — 1 *vol. in*-16 *de XXIV*-456 *pages. (Prix cartonné : 4 fr.) G. Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1896.

Ce volume renferme une brillante préface de M. le professeur Proust sur l'Hygiène en général et ce qu'il faut entendre par *Hygiène thérapeutique*.

Cette préface est suivie d'un guide aux eaux minérales où il n'est question d'Hygiène que dans l'avant-propos de l'auteur. Ce petit traité renferme beaucoup de renseignements sur les stations thermales françaises et étrangères, présentés très clairement.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 Janvier 1897.

L'Académie, ayant à désigner au Ministre de l'Instruction publique trois candidats aux trois places d'Astronomes vacantes à l'Observatoire de Paris, présente : en première ligne, MM. **Paul Henry, G. Bigourdan, O. Callandreau** ; en deuxième ligne, MM. **Bossert, Renan, P. Puiseux.** — M. **Tschermak** est élu Correspondant pour la Section de Minéralogie en remplacement de M. Prestwich. — M. le Président remet à M. **H. Faye** la médaille frappée à l'occasion du cinquantième anniversaire de sa nomination à l'Académie, et retrace les principales étapes de sa carière scientifique. — M. **H. Faye** remercie ses confrères de l'honneur qu'ils lui font.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Deslandres** communique quatre photographies d'une protubérance extraordinaire, observée par lui le 31 mai 1894; sa hauteur était égale au tiers du diamètre solaire et elle était très voisine du pôle Sud, région où les hautes protubérances sont rares. — M. **P. Painlevé** applique la considération des intégrales premières des équations différentielles à la résolution du problème des n corps. — M. **E. Schering** communique quelques errata qu'on lui a signalés dans les « Œuvres de Gauss ». — M. **G. Camps** adresse une note relative à un frein à vis, à action verticale sur rail.

2° Sciences physiques. — M. **Ch.-Ed. Guillaume** a étudié la dilatation d'une série d'aciers renfermant des proportions croissantes de nickel; il a constaté que les dilatations, normales jusqu'à une teneur en nickel voisine de 20 %, croissent rapidement au delà, passent par un maximum et diminuent ensuite graduellement jusqu'à une teneur un peu supérieure à 36 %; puis elles se relèvent lentement vers la valeur normale. Le coefficient minimum est égal au dixième environ de celui du platine. — M. **Radiguet** a constaté que les substances suivantes deviennent fluorescentes sous l'influence des rayons de Röntgen, dans l'ordre décroissant que voici : les émaux cuits, le crown, le flint-glass, le verre ordinaire et plus particulièrement le cristal, la glace de la manufacture de Saint-Gobain, la porcelaine, la faïence émaillée, et même le diamant taillé. — MM. **A. Pérot** et **Ch. Fabry** ont imaginé un électromètre absolu capable de mesurer de très petites différences de potentiel; il est semblable à l'électromètre absolu ordinaire, mais les deux plateaux, composés de disques de verre argenté, ont été rapprochés à une distance qui est de l'ordre du dixième de millimètre, afin d'augmenter la force attractive. Cette distance peut être déterminée et réglée constamment par une méthode interférentielle.

M. **E. Moussard** décrit un appareil d'optique au moyen duquel on voit en relief et dans leur sens normal les objets moulés ou gravés en creux. — MM. **G. Maneuvrier** et **J. Fournier** ont déterminé le rapport des chaleurs spécifiques de l'acétylène, d'après la méthode déjà indiquée par M. Maneuvrier. En opérant sur un gaz contenant moins de 1/200 d'impuretés, ils ont obtenu la valeur 1,26. — MM. **Guntz** et **Masson**, en préparant l'iodure d'aluminium par réaction de l'iode sur l'aluminium dans un courant de CO^2 ou de CO, ont remarqué une vive incandescence; celle-ci est due à la réaction de l'oxyde de carbone sur l'aluminium, grâce à l'influence de l'iodure d'aluminium formé; il y a formation de carbure d'aluminium suivant l'équation :

$$Al^6 + 3\,CO = Al^2O^3 + C^3Al^4.$$

M. **A. Granger**, en chauffant les chlorures chromeux et manganeux dans la vapeur de phosphore et dans une atmosphère d'hydrogène, a obtenu des phosphures de chrome et de manganèse de composition définie : Cr P et Mn^3P^2. — M. **A. de Gramont** a déterminé le spectre du silicium : 1° par l'observation du spectre produit par une étincelle condensée éclatant sur un silicate alcalin fondu; 2° par l'observation du spectre de l'étincelle éclatant, dans l'hydrogène très pur, entre deux pôles de silicium cristallisé pur. Les deux groupes de lignes les plus caractéristiques sont α dans le rouge et γ dans le vert. — M. **Ph.-A. Guye** et Mlle **E. Aston** ont étudié l'influence de la température sur le pouvoir rotatoire, dans le but d'expliquer les écarts que présente la loi de Biot quand la température varie. Pour les 18 corps actifs, de formule simple, mis en expérience, le pouvoir rotatoire diminue avec une élévation de température, dans tout l'intervalle considéré. — M. **H. Causse** a observé qu'en présence des hyposulfites, l'action de l'aldéhyde éthylique sur la phénylhydrazine donne la triéthylène diphénylhydrazine α à peu près pure; en solutions neutres, il se produit surtout l'isomère β. — M. **Œchsner de Coninck** a isolé, des urines d'un alcoolique, un homologue supérieur de l'urée, à 4 atomes de carbone, de formule $C^4H^{10}Az^2O$. Il paraît admissible qu'au fur et à mesure que le pouvoir oxydant de l'organisme s'affaiblit, le nombre des atomes de carbone des composés quaternaires, éliminés par la voie rénale, va en augmentant. — M. **E. Maumené** adresse une note sur les gaz dégagés dans l'eau par les carbures métalliques.

Sciences naturelles. — M. **Guyon** fait un rapport sur le contenu d'un pli cacheté déposé par M. **B. Heine** en 1844. L'auteur proposait de produire artificiellement sur le cadavre les principales blessures que les chirurgiens sont appelés à étudier et à soigner; il y donnait d'utiles indications sur les procédés opératoires dans la trépanation. — M. **Boisseau du Rocher** étudie une nouvelle sorte de courants, dits courants à intermittences rapides. Il en décrit le mode de production, les effets physiques et physiologiques. Les effets thérapeuthiques sont les suivants : augmentation considérable des urines, relèvement rapide du taux de l'urée; disparition du sucre chez les glycosuriques, sédation considérable du système nerveux. — M. **Nicolas de Zograf** a continué l'étude du système nerveux embryonnaire des Crus acés par les méthodes de coloration de Golgi et de Ramon y Cajal; il a pu confirmer ses observations précédentes qui avaient été contestées. Il a ensuite étudié les ceintures de cils vibratiles des Rotifères. — M. **Catois** présente ses recherches sur l'anatomie microscopique et l'histologie de l'encéphale chez les Poissons; par la coloration au bleu de méthylène, il a mis en évidence : les prolongements protoplasmiques des cellules de Purkinje avec leurs saillies épineuses; les cellules nerveuses étoilées de la couche moléculaire du cervelet, les corbeilles entourant le corps cellulaire des cellules de Purkinje. Les observations de Cajal sont donc confirmées. — MM. **A. Menegaux** et **J. Cochon** ont étudié l'Hylésine brillant (*Dendroctonus micans* Ratz), grand xylophage, qui a commis de grands dégâts à l'étranger, et que les auteurs ont trouvé dans une forêt du Haut-Jura sur des épicéas. Il vit dans la zone annuelle de liber et de bois, et se nourrit surtout de la sève élaborée; l'arbre ainsi anémié est alors attaqué par de nombreux Bostriches et la mort survient rapidement. — M. **S. Jourdain** a observé, chez quelques Sarcoptides plumicoles vivant sur les pigeons domestiques, une espèce particulière de fécondation qu'il appelle accouplement pseudo-larvaire. On voit un

individu mâle s'accoupler avec une larve octopode, mais l'union est très prolongée, et au cours de cette union, on voit se constituer au-dessous des téguments de l'octopode larvaire, un nouvel individu pourvu des attributs sexuels de la femelle ; c'est cet individu qui est fécondé. — M. **Edmond Bordage** a observé, chez des nymphes de Monandroptères et de Raphidères, des phénomènes d'autotomie très curieux ; en pinçant l'extrémité distale de la cuisse, on obtient généralement la séparation du membre.

Séance du 1er Février 1897.

La Section de Mécanique présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Résal : en première ligne, M. Bazin ; en seconde ligne, M. le Général Sébert ; en troisième ligne, M. Kœnigs, M. Lecornu, M. F. Lucas, M. Vicaire et M. Vieille.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Roger** montre que, des deux lois sur les distances des planètes au Soleil énoncées récemment par M. Delauney, l'une peut être attribuée à des circonstances fortuites et l'autre n'est que le corollaire d'une loi plus générale que l'auteur établit. — M. **Delauney** adresse une nouvelle note dans laquelle il conclut que le rapport du produit des masses des planètes d'ordre impair au produit des masses des planètes d'ordre pair est égal à 2. — M. **J. Marty** communique un mémoire sur diverses questions de Mécanique céleste. — M. **P. Appell** montre qu'on peut, pour les intégrales multiples, poser un problème d'inversion qui est analogue au problème d'inversion des intégrales simples et qui conduit aux mêmes questions (extension du théorème d'Abel, uniformité des fonctions inverses, périodicité, etc...). — M. **E. Picard** montre, par divers exemples, que, dans bien des cas, la méthode des approximations successives peut donner, au point de vue du calcul, une solution rigoureuse et complète des problèmes de Mécanique. — M. **P. Painlevé** indique une classe de systèmes d'équations de Lagrange admettant des intégrales quadratiques, classe beaucoup plus étendue que celles qu'on a signalées jusqu'ici. — M. **Enrico de Montel** donne les équations d'une nouvelle loi sur l'intérêt telle que, pour des intervalles assez courts, le fruit reste sensiblement proportionnel au temps, tandis que le montant ne surpasse pas une limite déterminée, même pour un temps infiniment grand. — M. **Baretge**, capitaine du paquebot *l'Aréthuse*, a eu recours au filage de l'huile pendant une tempête que son navire a essuyée dans les mers de Chine ; le résultat s'est immédiatement fait sentir, mais il faut, pour que l'huile produise son effet, que la vitesse du navire soit bien en rapport avec l'état de la mer. — M. **A. Boullerot** adresse un projet d'emploi de signaux de nuit phosphorescents sur les lignes de chemin de fer.

2° Sciences physiques. — M. **Vaschy** généralise quelques formules d'Électromagnétisme. — M. **P. Joubin**, par certaines considérations théoriques, confirme la loi établie expérimentalement par M. Bouty, et suivant laquelle la conductibilité moléculaire limite a la même valeur pour un certain nombre de sels en dissolution. Il en déduit une nouvelle définition de l'équivalent électrochimique : L'équivalent électrochimique d'un sel est le poids qui, dissous dans 1 c. c. d'eau, puis indéfiniment dilué, donne, pour la résistance moléculaire, la limite $4\pi.10^{10}$ unités électromagnétiques. — MM. **Ph.-A. Guye** et **J. Guerchgorine** ont fait l'étude comparée des pouvoirs rotatoires de corps isomères de structure simple ; ils se sont servis de trois séries d'isomères propyliques et de trois séries d'isomères butyliques dérivés de l'alcool amylique actif. Dans toutes ces séries, le groupe propyle se comporte comme plus lourd que le groupe isopropyle ; le groupe isobutyle agit comme plus lourd que le butyle normal et celui-ci comme plus lourd que le butyle secondaire. — M. **G. Patein** montre que, dans les combinaisons de l'antipyrine avec les phénols, le phénol se fixe sur l'azote 2 de l'antipyrine, le plus électropositif comme uni à un groupe méthyl et plus éloigné du groupe cétonique 5. Cette hypothèse est confirmée par le fait que la monométhylphénylpyrazolone, dans laquelle l'azote 2 a des liaisons différentes de celles de l'azote correspondant de l'antipyrine, ne se combine pas avec les phénols. — MM. **Hanriot** et **L. Camus** indiquent la méthode par laquelle ils dosent l'activité lipasique d'un liquide. On prend 1 c. c. du liquide que l'on ajoute à 10 c. c. de monobutyrine à 1 %; on ajoute de la phtaléine et on sature exactement par le carbonate sodique ; on chauffe vingt minutes à 25° et l'on sature l'acide mis en liberté par le ferment par une solution spéciale titrée de Na^2CO^3 ; le nombre de gouttes employées de cette solution mesure l'activité lipasique de la solution. — MM. **F. Bordas** et **Sig. de Raczkowski** donnent un procédé de dosage de la glycérine dans le vin. Il consiste à entraîner la glycérine par un courant de vapeur d'eau pendant trois heures ; le distillatum, glycérine, alcool et eau, est recueilli dans des flacons de Wolf, mais la température est assez élevée pour que l'alcool et une partie de l'eau soient entraînés au dehors ; on dose ensuite la glycérine en solution aqueuse par le bichromate de potasse. — M. **L.-A. Levat** a étudié l'action du zinc sur le vin rouge ; le zinc est attaqué ; il y a production d'hydrogène et de sels de zinc qui rendent le vin toxique ; le zinc doit donc être sévèrement proscrit du métal des robinets pour tonneaux, foudres, cuves.

3° Sciences naturelles. — MM. **Rémy** et **Contremoulin**, à l'aide de préparations chimiques sur des cadavres d'homme et de grenouille, ont pu mettre les muscles, les ligaments et les tendons dans un état tel qu'ils ont donné des images radiophotographiques. — M. **N. Melnikoff-Rasvédenkoff** signale une nouvelle méthode de préparation des pièces anatomiques, dont voici le résumé : 1° Traitement des organes à la formaline concentrée (40 % de formaldéhyde) ; 2° traitement à l'alcool à 95°, ce qui révèle, d'une manière très complète, la coloration primitive ; 3° conservation des préparations dans une solution glycérino-aqueuse d'acétate de potasse qui fixe et reconstitue définitivement la coloration première. — M. **A. Amaudrut** donne la description de la structure du bulbe chez les Mollusques et explique le mécanisme du passage du bol alimentaire de la pointe de la langue à l'œsophage. — M. **Nicolas de Zograf** indique la méthode qui lui sert à la préparation des Rotateurs. Ces animaux sont d'abord narcotisés par la cocaïne, puis, avant qu'ils aient rétracté leurs appareils ciliés, fixés par l'acide osmique ; ce dernier liquide enlevé, on ajoute une solution faible de vinaigre de bois cru, puis on lave et on conserve dans l'alcool fort. — M. **Jules Gal** a analysé le castoréum frais, extrait des poches d'un castor mâle du Gardon. La majeure partie est soluble dans l'éther ; si ce résultat est bien différent de ceux de Lehmann, c'est que ce dernier a probablement analysé du castoréum vieilli et profondément altéré. — M. **E. Roze**, continuant ses études sur les parasites de la fécule, a trouvé trois espèces nouvelles d'*Amylotrogus*, une à plasmode pénétrant, les autres à plasmode superficiel. Il a remarqué, en outre, que l'*Amylotrogus ramulosus* se développe sur la fécule de blé, mais en changeant de forme plasmodique. — M. **A. Prunet** est arrivé à élucider la question, restée obscure, de l'évolution du parasite du Black-Rot pendant la mauvaise saison. Il est maintenant établi que ce parasite se conserve pendant l'hiver à l'aide de sclérotes, dont la transformation en appareils sporifères, fournissant les spores d'invasion, peut, suivant les conditions climatériques, s'effectuer à des époques variables depuis l'automne jusqu'au printemps.

Louis Brunet.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 16 Janvier 1897.

M. **Moussu** a étudié le rôle de la glande thyroïde et des glandules parathyroïdes. Il estime qu'il faut éta-

blir une différence marquée entre les fonctions de ces corps, l'ablation du premier entraînant des accidents chroniques, celle des seconds amenant des accidents aigus et la mort. — MM. **Jacquet** et **Butte** ont cherché à mettre en évidence le rôle des traumatismes dans l'hyperémie cutanée. Ils ont pratiqué chez le lapin la section du sympathique cervical et ont observé les résultats sur l'oreille du côté sectionné. Il n'y a pas de différence avec l'autre oreille si on ne pratique aucun traumatisme, mais si on frotte les oreilles, la vascularisation devient extrême du côté sectionné. — M. **Dastre** fait remarquer que, quelquefois, la vascularisation peut être à peine sensible, le sympathique contenant, non seulement des filets dilatateurs, mais aussi des vaso-constricteurs. — MM. **Laborde** et **Dastre** montrent aussi que le frottement de l'oreille provoque l'excitation du nerf auriculo-temporal qui précipite la vaso-dilatation. — M. **Bordas** a recherché si les maladies des huîtres sont dues à des microbes; il a trouvé, dans le tube digestif, un bacille ressemblant beaucoup au *Bacterium coli*. — M. **Robin** envoie une note sur un nouveau mode de coloration du bacille d'Eberth. — M. **Sabrazès** décrit une nouvelle méthode de coloration des préparations par la thionine associée à l'acide picrique; les résultats sont de beaucoup supérieurs à ceux que donne la thionine seule. Ce procédé, appliqué à l'étude du système nerveux fixé par les bichromates, permet de l'étudier dans ses moindres détails. — M. **Doyon** (de Lyon) a constaté que la pilocarpine provoque une augmentation du tonus des muscles bronchiques chez le chien. — M. **Delezenne** a reconnu que l'injection de sérum d'anguille chez l'animal produit l'incoagulabilité du sang, d'une façon analogue à la peptone. C'est probablement le foie qui est le centre producteur de la substance anticoagulante. — MM. **Pilliet** et **Veau** signalent un cas de capsule surrénale aberrante au ligament large. — M. **P. Bonnier** a pu observer un cas de mydriase réflexe de l'œil droit auquel il attribue une origine labyrinthique.

Séance du 23 Janvier 1897.

M. **Ch. Richet** fait une élégante expérience de sérothérapie; le sérum du sang d'anguille injecté au lapin le tue rapidement; injecté au chien, il produit des accidents locaux, mais le sérum du sang de chien acquiert des propriétés immunisantes. Si l'on injecte alors au lapin du sérum de chien immunisé, le sérum d'anguille ne produit plus chez lui aucun trouble. — M. **Chantemesse** a obtenu une toxine très virulente en cultivant le bacille d'Eberth dans un milieu composé de moelle osseuse, de rate et de sérum. Cette toxine tue rapidement la souris et le lapin; par contre, injectée au cheval à faibles doses, elle confère au sérum des propriétés immunisantes. Avec ce sérum, l'auteur va entreprendre des essais de sérothérapie sur des malades typhiques. — M. **P. Mégnin** étudie une maladie qui sévit sur les lièvres en Alsace. Elle est due à la présence, dans les bronches, de strongles en grande quantité, coïncidant avec l'existence de tænias dans l'intestin. — M. **Moussu** a constaté que l'extirpation des corps thyroïdes (si on laisse quelques glandules parathyroïdes) n'est pas suivie d'accidents immédiats chez les Ruminants, les Solipèdes, le chien, le chat, les Oiseaux *adultes*. Par contre, l'extirpation des thyroïdes chez des chiens ou des chats à la mamelle a pour conséquence le crétinisme. Il en déduit que la fonction thyroïdienne préside à la croissance et au développement général de l'organisme. — M. **François-Franck** a étudié expérimentalement le mécanisme des accidents produits par les épanchements de liquide dans le péricarde. L'épanchement produit une compression du cœur et surtout de l'oreillette; la pression intra-péricardique devient supérieure à la pression veineuse intra-auriculaire. Mais il en résulte une réplétion du système nerveux, donc une augmentation de la tension dans l'oreillette qui rétablit l'équilibre. D'autre part, l'aspiration thoracique s'exagère et diminue la pression exercée sur le cœur. — MM. **Paul Claisse** et **O. Josué** concluent de leurs recherches sur l'anthracose que le charbon est incapable de produire, par sa seule présence dans le poumon humain, les lésions qu'on lui a attribuées : bronchite, dilatation des bronches, pneumonie chronique, phtisie et cavernes anthracosiques. Le charbon peut, dans une certaine mesure, préparer ces divers processus et leur donner une physionomie anatomique et clinique un peu particulière, mais, en réalité, ces lésions variées doivent relever d'affections surajoutées, infections broncho-pulmonaires diverses et surtout tuberculeuses. — M. **Maurel** envoie une note relative à l'action du chlorure de sodium sur l'organisme du lapin; les solutions fortes (7 °/₀₀) augmentent le poids de l'animal et favorisent la reconstitution du sang; les solutions étendues (3,5 °/₀₀) favorisent la diurèse. — M. **Arthaud** signale deux cas d'intoxication par des émanations de lauriers-roses placés dans une chambre à coucher, et un cas d'empoisonnement par une tisane contenant des fleurs de cytise. — M. **A. Broca** étudie le mécanisme de la persistance des images rétiniennes. — M. **Rémy** a obtenu des radiophotographies des fibres musculaires en les injectant préalablement avec du citrate d'argent ou en les faisant macérer dans une solution argentique.

Séance du 30 Janvier 1897.

M. **H. Meunier** a constaté, dans dix cas de broncho-pneumonie infantile, la présence du cocco-bacille de l'influenza, découvert par Pfeiffer; la nature du bacille peut être rigoureusement vérifiée, grâce à sa propriété particulière de ne se développer que sur gélose mélangée de sang; l'examen des cas étudiés montre que, le plus souvent, le bacille de Pfeiffer déterminait à lui seul l'infection primitive. — On sait que, dans la lésion vaccinale ou variolique, se trouvent des corpuscules caractéristiques hyperchromatiques. M. **Salmon**, pour élucider la nature de ces corps, considérés d'abord comme des parasites, a pratiqué l'inoculation de la vaccine dans la cornée. Il montre que ces corpuscules sont simplement des transformations chromatiques des cellules migratrices et surtout des leucocytes polynucléaires. — M. **Widal** établit que le pouvoir agglutinatif du sérum du sang des typhiques vis-à-vis du bacille d'Eberth existe aussi bien lorsqu'on emploie des cultures vieilles et mortes que des cultures jeunes et vivantes. — M. **Rénon** signale quelques causes d'incertitudes qui peuvent se présenter dans la méthode de M. Widal, et indique comment, en cas de doute, on peut éviter certaines erreurs par l'examen microscopique. — M. **Gilbert** communique une observation de crises de tétanie chez une femme affectée de coliques hépatiques. — MM. **Gilbert** et **Grenet** ont observé une lymphagite du membre inférieur due au pneumocoque seul, ayant pénétré au niveau d'une plaie à la partie moyenne de la jambe. — MM. **Hanriot** et **Camus** ont pratiqué le dosage de la lipase par son action sur la mobutyrine; le pouvoir du ferment croît avec la température, mais, au delà de 50°, il est altéré ou détruit. — M. **François-Franck** montre que l'action de la digitaline et de la strophantine sur le cœur est comparable à celle de l'électrisation; ces poisons agissent sur le muscle myocardique et amènent finalement le tétanos du cœur. — M. **Nicolas** (de Lyon) a trouvé que le sérum des individus soumis aux injections de sérum antidiphtérique présente la réaction agglutinante du sérum des diphtériques. — M. **Barrier** donne la description anatomique de la trochlée fémorale chez les différents quadrupèdes. Il montre que le développement et la saillie de la lèvre interne de la trochlée sont en étroite corrélation avec le soutènement mécanique de l'angle fémoro-tibial, nécessaire aux quadrupèdes pesants qui ont cet angle peu ouvert et que leurs conditions d'existence obligent à rester longtemps debout. — M. **Jacquet** établit l'influence du sympathique cervical sur les érythèmes de la face. — M. **Vaquez** a constaté que le sang de malades atteints de dégénérescences de la rate varie peu après qu'on a procédé à la splénectomie.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Janvier 1897.

En réponse à une lettre de **M. Démichel**, attribuant à Brazmowski l'invention de l'analyseur à pénombre à deux lames, **M. Dongier** rappelle que cet appareil, décrit dans le *Traité d'Optique* de M. Mascart, est classique; la précision peut atteindre 2 minutes. — **M. Sagnac** montre et explique les *illusions qui accompagnent la formation des pénombres*. Deux ombres voisines paraissent toujours se déformer quand la source a un diamètre apparent sensible. L'expérience est particulièrement nette quand on observe ce qui apparaît sur le verre dépoli d'une chambre photographique dont on a enlevé l'objectif; plaçons à l'intérieur de cette chambre un anneau et des tiges parallèles situées dans un même plan vertical; la tige qui, en projection, passe par le centre de l'anneau, semble s'élargir aux deux points d'intersection; les tiges excentriques semblent déviées et si l'anneau est assez mince pour permettre de voir, de certains points, l'ouverture de la chambre coupée en deux parties, la projection d'une tige dans ces régions paraîtra dédoublée. Ce sont des effets analogues, facilement explicables dans l'hypothèse d'une propagation rectiligne, que divers auteurs ont récemment attribués à des *propriétés spécifiques des rayons X*. Des effets analogues se produisent entre deux images qui ne sont pas simultanément au point sur la rétine; il peut y avoir attraction ou répulsion apparente de deux objets. On peut observer les mêmes apparences dans les systèmes optiques et aussi quand on vise, à travers un tel système, un objet qui n'est pas au point. C'est ainsi qu'en regardant au microscope un réseau dont l'image ne se produit pas exactement sur la rétine, on voit les cils prendre l'aspect de lignes ondulées. Les phénomènes sont encore compliqués par le fait que l'image d'un point, lorsque l'accommodation n'est pas exacte, se compose de plusieurs petites taches; de là viennent les franges qu'on croit souvent apercevoir en regardant une fente vivement éclairée. Enfin, M. Sagnac a observé une autre propriété de la rétine et des plaques photographiques qui peut conduire à des interprétations inexactes, même quand les images sont parfaitement au point. Quand la courbe des intensités lumineuses, le long d'une ligne tracée sur la plaque, présente un point anguleux, l'impression photographique présente un maximum ou un minimum; plusieurs auteurs qui avaient observé ces apparences dans les pénombres d'écrans à bords rectilignes ont cru y voir des franges dues à la diffraction des rayons X. — **M. C. E. Guillaume** indique les conclusions d'un mémoire paru dans le dernier volume des Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures : *Nouvelles déterminations des mètres étalons du Bureau international*, par **MM. Benoît** et **Guillaume**. En comparant huit règles métriques, à section rectangulaire ou en X, construites les unes en 1879 et les autres en 1888, et soumises à des traitements très différents, on a constaté que les différences de longueur par rapport à la moyenne restaient au-dessous de 0,3 μ; la stabilité moléculaire du platine iridié employé dans la construction des étalons semble donc parfaite. Par contre, la valeur métrique de deux vis de Brunner a paru changer, depuis 1887, de 2 ou 3 %; la discussion a conduit à admettre que la cause véritable était la variation du grossissement de l'objectif des microscopes qui portaient ces vis. — **M. H. Le Châtelier** croit que cette variation doit être attribuée non à une modification lente des verres mais au sertissage.

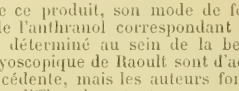
C. Raveau.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

SECTION DE NANCY

Séance du 17 Février 1897.

M. G. Arth présente un appareil destiné au dosage de l'azote libre, dans le gaz de l'éclairage épuré, par le procédé de Dumas et décrit son fonctionnement. L'avantage de cet appareil est de fournir un dosage direct de l'azote en opérant sur un volume de gaz suffisamment considérable. — **MM. A. Haller** et **Guyot** décrivent la préparation et les propriétés du tétraméthyldiamidophénylanthranol :



L'analyse de ce produit, son mode de formation par oxydation de l'anthranol correspondant et son poids moléculaire déterminé au sein de la benzine par la méthode cryoscopique de Raoult sont d'accord avec la formule précédente, mais les auteurs font remarquer que ce corps diffère dans toutes ses propriétés de la base du vert phtalique décrite par Fischer, et que ce savant considère également comme du tétraméthyldiamidophényloxanthranol. — **M. P.-Th. Muller** insiste sur les inconvénients que présentent aux chimistes les définitions trop peu précises; tel est le cas du mot *normal* dans l'expression liqueur normale ou solution normale. M. Muller propose de désigner dans tous les cas, avec la majorité des chimistes, sous le nom de *liqueur normale* la solution qui renferme *une molécule-gramme* dissoute dans un litre, c'est-à-dire les poids représentés par les formules

$$HCl,\ H^2SO^4,\ H^3PO^4,\ AgAzO^3 \ldots$$

Après discussion, la section adopte cette proposition à l'unanimité.

(*A suivre.*) A. Haller.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Dans ses dernières séances, la Société a reçu les communications suivantes :

MM. W. Stroud et **J. B. Henderson** : *Sur une méthode satisfaisante de mesure de la conductibilité électrolytique au moyen des courants continus.* La méthode consiste à placer une pile électrolytique étalon dans le bras d'un pont de Wheatstone adjacent au bras qui contient la pile électrolytique à mesurer, de façon que les forces électromotrices de polarisation des deux piles neutralisent leur effet sur le galvanomètre. Les auteurs ont constaté que, si la résistance des deux bras est très grande (20.000 ohms), et si la force électromotrice employée est d'environ 30 volts, la résistance de l'électrolyte peut être déterminée à 1/2.000 près. — **M. Appleyard** montre diverses formes de trembleur électrique. La plus intéressante est constituée par deux baguettes de charbon fixées à une table vibrante et réunies par une troisième baguette de charbon de façon à former un microphone. Un fort courant traverse le microphone et se rend dans deux électro-aimants agissant sur les branches d'un diapason fixé à la table vibrante. Le diapason agit sur le microphone qui, en établissant et en interrompant le courant, maintient le diapason en vibration. Un cylindre de carbone, formant le couteau d'un petit pendule, est supporté par deux baguettes de charbon et maintient le pendule en oscillation aussi longtemps que le courant passe d'une des baguettes horizontales au couteau puis à l'autre baguette horizontale. — **MM. Threlfall** et **Pollock** : *Expériences avec les rayons de Röntgen.* Les auteurs décrivent une forme de tube qui peut être facilement construite par tous ceux qui ont l'habitude de souffler le verre. Avec ce tube, qui est très efficace, ils ont obtenu ces résultats : 1° les rayons de Röntgen ne consistent pas en une projection de matière gazeuse, ou, sinon, la quantité de matière entraînée est infiniment petite; 2° les rayons de Röntgen ne consistent pas en une projection d'un flux d'éther ayant une vitesse de plus de deux cents mètres par seconde dans l'air ou dans le benzène; 3° les propriétés de l'éther, considéré comme agent de transmission des ondes

électro-magnétiques, ne sont pas influencées par les rayons X; 4° une pile au sélénium, composée d'électrodes de platine et de sélénium très purs, est affectée par les rayons X à peu près de la même façon que par la lumière diffuse du jour; 5° les rayons de Röntgen n'induisent aucune force électromotrice permanente ou temporaire dans une pile au sélénium. — **M. Shelford Bidwell** a étudié l'influence des rayons de Röntgen sur la résistance du sélénium sans obtenir de résultats; cette différence est probablement due à la nature du tube qu'il employait. — MM. **Bryan** et **Barton** : *Sur l'absorption des ondulations électriques le long des fils par un pont terminal.* Les auteurs emploient, pour produire les oscillations, un arrangement semblable à celui décrit par Bjernkes; les ondes se propagent le long de deux fils parallèles ayant 116 m. de long. Pour mesurer les ondes, on emploie un petit électromètre à aiguille non chargée. Les résistances employées pour former le pont sont constituées par des marques de crayon sur verre poli. Des ponts de trois résistances différentes ont été employés, l'un ayant à peu près la résistance nécessaire (calculée d'après la théorie de Heaviside) pour donner l'extinction complète de l'onde réfléchie, les deux autres ayant des résistances plus forte ou plus faible. Dans chaque cas les résultats confirment la théorie. En réponse aux observations de MM. Blakesley, Campbell et Sh. Bidwell, M. Bryan fait connaître qu'il n'a pas considéré la question de capacité, et que, dans le cas en question il n'était pas nécessaire de connaître exactement la résistance. — M. **Abney** décrit quelques appareils destinés à donner des diagrammes de l'efficacité des obturateurs photographiques. La vitesse d'un obturateur est donnée par l'intervalle de temps T qui s'écoule entre le moment où l'obturateur laisse passer le premier rayon de lumière et celui où il laisse passer le dernier rayon. L'efficacité peut être définie comme suit : Soit x la portion de la lentille non encore masquée par l'obturateur au temps t, et soit X l'ouverture totale de la lentille. Si l'obturateur était parfaitement efficace, c'est-à-dire si la lumière passait par l'ouverture X pendant tout le temps T, la quantité de lumière admise serait proportionnelle à XT. En général, la quantité de lumière admise est proportionnelle à :

$$\int_0^T x\,dt.$$

L'efficacité est donc égale à :

$$\frac{\int_0^T x\,dt}{XT}.$$

L'appareil de l'auteur consiste en une fente placée près de l'obturateur (de telle façon que sa plus longue dimension soit perpendiculaire au mouvement de celui-ci) et une lentille qui forme l'image de la fente sur un tambour rotatif. La fente est éclairée par la lumière d'une lampe à arc. Pour compter le temps, deux dispositifs peuvent être employés. Une roue à rayons tourne avec une vitesse connue devant la lentille, de telle façon que chaque rayon quand il passe intercepte la lumière. Dans d'autres expériences une petite lentille, fixée à l'une des branches d'un diapason, transmettait un rayon lumineux sur le tambour rotatif et formait ainsi une ligne sinueuse. Du papier au bromure d'argent et des pellicules à la celloïdine ont servi à recueillir les diagrammes. Si l'obturateur était parfaitement efficace, le diagramme consisterait en un rectangle, croisé par des lignes blanches, provenant des rayons de la roue et servant à mesurer le temps. L'auteur montre un grand nombre de diagrammes pris avec différents obturateurs. Le rebondissement de l'obturateur se manifeste dans plusieurs cas par un petit diagramme auxiliaire suivant le diagramme principal. En réponse à une observation de **M. Inwards**, l'auteur dit qu'il a étudié la question de la secousse communiquée à la chambre noire par le mouvement de l'obturateur; la valeur de la secousse dépend du déplacement du centre de gravité de l'obturateur. — **M. C. Chree** applique certaines considérations physiques et mathématiques à l'étude des phénomènes séismologiques. M. J. Milne a montré que certaines variations dans les indications des niveaux à bulle d'air et des pendules délicats sont probablement dues à des causes météorologiques, telles qu'une chute de pluie ou une évaporation. Ainsi un excès d'humidité à l'ouest d'un observatoire est équivalent à une surface de charge de ce côté, tendant à faire pencher la base sur laquelle l'observatoire est construit de l'est vers l'ouest. M. Chree, considérant la terre comme un solide homogène, isotrope et élastique, a déterminé le degré d'inclinaison que peuvent produire divers systèmes de charge. Il montre que les variations produites sur un instrument comme le niveau à bulle d'air ne dépendent pas seulement de l'inclinaison de la surface de la terre produite par la charge, mais aussi d'une variation de la direction de la gravité due à l'attraction de cette charge; mais ce dernier effet est plus faible que le premier. L'auteur calcule ensuite la déviation produite sur le niveau à bulle d'air par une chute d'eau ou une évaporation sur une surface de 100 ares, puis par une marée de 5 mètres dans un estuaire situé à 500 mètres de l'observatoire; ce dernier effet est très considérable. L'auteur considère ensuite l'effet, sur le niveau à bulle d'air, de la Lune et du Soleil, ceux-ci étant sensés produire des marées dans la croûte solide de la Terre. Enfin, M. Chree montre combien, par la considération des vitesses de propagation des tremblements de terre, l'hypothèse qu'il a faite sur les constantes élastiques de la Terre se trouve justifiée. — **M. T. Rudd** a examiné une série de tuyaux musicaux rangés par ordre de longueur (de 95 pouces à 12 pouces) et composés de petits tubes de 1 pouce. Les ayant accordés avec une échelle diatonique, il a constaté des différences marquées dans le son suivant que les tuyaux étaient longs, moyens ou courts. Les tuyaux longs donnent deux octaves de sons riches et pleins, semblables à ceux d'une cloche d'église, allant du *ré* = 145 vibrations par seconde au *ré* = 580 vibrations par seconde. A ce point, le son change et la note tombe au *fa♯* = 360 vibrations par seconde; le même tuyau donne deux notes. L'auteur distingue alors trois sortes de sons : ceux du « degré inférieur » correspondant aux sons d'une cloche; ceux du « degré moyen » qui arrivent immédiatement après; et ceux du « degré supérieur » produits par les tubes courts (27 pouces et au-dessous). A la jonction entre le degré supérieur et moyen, il y a une chute d'environ 1 1/2 octave. La formule suivante sert à calculer la hauteur d'une note :

$$V = \frac{DC}{L^2},$$

où V est la fréquence, D le diamètre, L la longueur et C une constante qui, pour les tuyaux de fer, a les valeurs 100×10^4, 62×10^4 et 22×10^4, suivant que la note est du degré inférieur, moyen ou supérieur.

Séance du 22 Janvier 1897.

M. Croft présente divers appareils de Physique très simples. — **M. E. C. Baly** lit un mémoire sur le passage de l'électricité à travers les gaz. L'auteur présente les arguments suivants pour montrer que la conduction électrique dans les gaz n'est pas de nature électrolytique : 1° le signe de l'ion gazeux supposé est variable; 2° le fait de la résistance initiale du gaz; 3° la non-vérification de la loi de Ohm; 4° la permanence de l'électrolyte gazeux; 5° tout mélange de gaz devrait être également un électrolyte; 6° quand le courant passe dans un tube à vide, le potentiel est variable. — **M. J. J. Thomson** répond ainsi aux arguments de M. Baly : 1° il n'y a aucune raison de supposer que, dans d'autres conditions qu'en solution, l'atome d'hy-

drogène n'ait pas une charge négative ; 2° la théorie électrolytique nous enseigne qu'il faut une force électromotrice déterminée pour faire passer une décharge à travers un gaz. Avant que la décharge se produise, les molécules doivent être rompues, ce qui nécessite un champ électrique de force déterminée ; 3° dans le cas d'un gaz, le champ électrique doit ioniser les molécules, de telle façon qu'une augmentation de la force du champ n'accroîtra pas seulement la vitesse des ions, mais aussi leur nombre, et alors le courant croîtra plus rapidement que la force électromotrice ; 4° l'ion ayant une fois servi peut de nouveau se combiner et dès que l'ionisation est reprise par le champ électrique, il est de nouveau séparé et utilisé ; 5° il semble n'y avoir aucune raison dans la théorie électrolytique pour que, si l'on a un mélange de HCl et Cl, une partie du courant ne passe pas à travers le chlore ; 6° le potentiel variable se produit si les ions se meuvent avec des vitesses différentes. — M. **Schuster** fait remarquer que M. Baly semble critiquer la théorie électrolytique, mais qu'en réalité ses arguments sont dirigés contre une théorie qui n'a jamais été professée par personne. Si, dit M. Schuster, M. Baly avait lu les mémoires originaux dans lesquels sont exposés les points fondamentaux de la théorie électrolytique, il n'aurait pas objecté à cette théorie que la conductibilité des gaz augmente avec la force électromotrice. La différence essentielle entre un liquide et un gaz consiste en ce fait que, dans le liquide, le nombre des ions est fixé par la constitution chimique, tandis que, dans un gaz, la dissociation est produite par le courant lui-même, et le nombre des ions dépend du courant. La théorie de M. Baly doit être rejetée, car elle repose sur ses considérations sur les excès de charge en différents points des tubes, qui sont erronées.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications récentes.

Horace T. Browne F. R. S., G. Harris Morris et **J. H. Millar** publient leurs travaux sur les méthodes expérimentales employées par eux pour la détermination des produits prenant naissance dans l'hydrolyse de l'amidon au moyen de la diastase. Ils déterminent les corps solides par la densité des solutions ; puis donnent le pouvoir rotatoire spécifique, la relation de $[\alpha]_j$ et $[\alpha]_D$, le pouvoir réducteur d'une solution cuivrique, et les limites de certitude de la méthode. — Dans une deuxième communication les mêmes auteurs déterminent la rotation spécifique de la maltose et de l'amidon soluble. Pour la maltose, à une température de 15°,5 ils ont trouvé $[\alpha]_D = 137°,93$. Le pouvoir rotatoire de l'amidon soluble, pour une concentration de 2,5 à 4,5 °/₀, à une température de 15°,5, est $[\alpha]_D = 202°,0$. — Une étude sur la relation existant entre le pouvoir rotatoire spécifique et le pouvoir réducteur d'une solution cuivrique réagissant sur les produits d'hydrolyse de l'amidon par la diastase, fait l'objet d'une troisième note des mêmes auteurs. — M. **R. G. Durrant** : Action du peroxyde d'hydrogène et d'autres agents oxydants sur les sels de cobalt en présence de bicarbonates alcalins. — MM. **James Walker** et **F. J. Hambly** ont déterminé la conductibilité électrique du chlorure de diéthylammonium en solution dans l'eau pure et dans des mélanges contenant 10,1, 30,7, 49,2, 72,0 et 99,0 °/₀ d'alcool ; la dilution variait de 10 à 8.000 litres. Les auteurs donnent les tables et les courbes montrant la variation de la conductibilité moléculaire et du degré de dissociation suivant la dilution et les proportions d'alcool. — MM. **George Young** et **Henry Aimable** : Formation d'oxytriazoles substituées en partant de la phénylsemicarbazide. — MM. **C. Revis** et **F. Stanley Kipping** : Note sur l'α-bromocamphosulfolactone. — M. **F. Stanley Kipping** : Propriétés et formation du diméthylkétonhexaméthylène. — M. **William Jakson Pope** publie les résultats de ses travaux relatifs à la localisation de la déliquescence dans les cristaux d'hydrate de chloral. — MM. **William Jackson Pope** et **Frederic Stanley Kipping** : Note sur l'Enantiomorphisme.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 14 Janvier 1897.

Sciences physiques. — M. **V. von Lang** indique une méthode pour mesurer la capacité des condensateurs au moyen d'une balance. Si l'on suspend au fléau d'une balance une bobine, que l'on place au-dessous une bobine fixe et que l'on y fasse passer un courant alternatif, la bobine mobile sera repoussée. Mais si l'on réunit les deux extrémités de cette bobine aux armatures d'un condensateur, elle sera alors attirée. On peut donc mesurer la capacité d'un condensateur si l'on possède un condensateur étalon. La mesure peut être faite de la manière suivante : A chaque extrémité d'un fléau on place deux bobines semblables et au-dessous deux bobines fixes qui reçoivent un courant alternatif ; l'une des bobines mobiles est reliée à la capacité à mesurer, l'autre à l'étalon variable.

Séance du 21 Janvier 1897.

1° Sciences physiques. — M. **J.-M. Pernter** : Les couleurs de l'arc-en-ciel ordinaire et de l'arc-en-ciel blanc. L'auteur a calculé, d'après la théorie d'Airy et avec l'aide des équations de Maxwell, les couleurs de l'arc-en-ciel principal et des arcs-en-ciel secondaires pour des gouttes de pluie ayant un diamètre de 0,01 à 2 millimètres. Les résultats du calcul concordent avec les essais de laboratoire et avec les observations faites dans la nature. — M. **E. Haschek** : Le spectre d'étincelles ultra-violet des éléments. L'auteur communique les mesures de toutes les lignes des métaux suivants : Pb, Zn, Sn, Cd, Al et Mg. Le nombre des lignes est relativement faible. — M. **F. Hasenöhrl** : Sur les coefficients de température de la constante diélectrique des isolants solides. Le verre et l'ébonite ont un coefficient de température positif, ce qui est contraire à la loi de Clausius et Mossotti. Pour la paraffine et le quartz, la constante diélectrique diminue, il est vrai, avec la température, mais non conformément à cette loi. Celle-ci, qui est vraie pour les gaz, très approchée pour les liquides, n'est donc aucunement valable pour les solides. — M. **W. Pascheles** présente ses idées sur l'osmose.

3° Sciences naturelles. — M. **G. Tschermak** rend compte des travaux de la Commission pour l'étude pétrographique de la chaîne centrale des Alpes Orientales. M. **Berwerth** a étudié la zone des schistes qui repose sur le massif gneissique central de Gastein. M. **F. Becke** a exploré la dépression nord de la chaîne principale des Alpes du Zillerthal jusqu'au Tuxerthal. M. **U. Grübenmann** a étudié les montagnes de l'Ötzthal et en a rapporté un certain nombre de roches dont il donne la structure pétrographique et la composition chimique. — M. **A. Exner** : Emploi de la méthode bactérienne pour l'étude des tissus animaux. L'auteur montre que la plupart des tissus exercent une attraction sur les bactéries : les nerfs par la lécithine qu'ils renferment, le sang par son oxygène, les graisses par leurs acides gras et leur propriété de céder de l'oxygène.

W. Schwartz.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

8e ANNÉE N° 5 15 MARS 1897

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à l'Académie des Sciences de Paris. — L'Académie a procédé, lundi dernier, à l'élection d'un membre, en remplacement du regretté Trécul, dans la Section de Botanique.

La Section avait classé les candidats dans l'ordre suivant :

En 1re ligne : M. G. Bonnier.

En 2e ligne. M. Bureau. M. Maxime Cornu. M. Prillieux. M. B. Renault. M. Zeiller.

M. G. Bonnier, ayant obtenu la majorité des suffrages, a été proclamé élu.

Petit-fils du jurisconsulte Ortolan, frère de M. Elzéar Bonnier, le littérateur bien connu, gendre du célèbre cryptogamiste Ph. Van Tieghem, le nouvel académicien a eu cette rare bonne fortune de s'être trouvé constamment entouré de science et de talent. Lui-même s'annonça, dès sa jeunesse, comme un esprit remarquablement doué : telle était déjà sa réputation, pendant son séjour comme élève à l'Ecole Normale Supérieure, qu'à peine sorti de ce grand Etablissement, il y fut nommé maître de conférences en remplacement de M. Van Tieghem, élu professeur au Muséum. M. Gaston Bonnier prit ensuite le grade de docteur ès sciences, et, quelques années après, fut appelé à la Sorbonne pour succéder, en qualité de professeur, à P. Duchartre.

Les travaux de M. Gaston Bonnier sont tous marqués au coin de la plus fine ingéniosité : il est le seul botaniste qui ait réussi à introduire, dans les pulvinules des sensitives, des manomètres capillaires et à mesurer, au moyen de ces délicats appareils, les variations de pression dans les renflements moteurs de la plante. On lui doit aussi d'importantes observations sur les rapports des Fleurs et des Insectes.

§ 2. — Nécrologie

Karl Weierstrass. — Le 19 Février dernier, M. Weierstrass s'est éteint après une longue maladie. Il a été un des plus grands géomètres de ce siècle, et il a exercé une influence considérable sur les progrès de l'Analyse. C'est dans ses leçons à l'Université de Berlin que Weierstrass publiait le plus souvent ses découvertes ; les mémoires qu'il a rédigés lui-même sont relativement peu nombreux. Ce serait là peut-être la source de quelques difficultés si on voulait historiquement suivre la marche des idées de Weierstrass et rechercher l'origine première de telle ou telle notion, mais il importe peu si on a seulement en vue les résultats définitivement acquis aujourd'hui à la Science. L'illustre analyste a publié en 1876 un mémoire sur la Théorie des Fonctions uniformes ; ce mémoire, en faisant connaître à un public plus étendu les résultats développés depuis longtemps déjà dans l'enseignement du maître, a été le point de départ d'un très grand nombre de travaux sur la Théorie des Fonctions. Cauchy et ses disciples français, en étudiant les fonctions analytiques uniformes, n'avaient pas pénétré bien profondément dans l'étude de ces points singuliers appelés « points singuliers essentiels », dont le point $z = 0$ pour la fonction $e^{\frac{1}{z}}$ donne l'exemple le plus simple. Weierstrass, en approfondissant cette étude, a été conduit à un résultat qui est un des plus admirables théorèmes de l'Analyse moderne, je veux parler de la décomposition des fonctions entières en facteurs primaires. D'après le théorème fondamental de l'Algèbre, un polynôme peut être décomposé en un produit de facteurs linéaires ; pour une fonction entière, c'est-à-dire pour une fonction uniforme continue dans tout le plan (telle que $\sin z$), ne peut-on chercher à obtenir aussi une décomposition en facteurs ? Cauchy avait obtenu sur ce sujet des résultats importants, mais sans le traiter dans toute sa généralité. Il était réservé à Weierstrass de montrer qu'une fonction entière peut être décomposée en un produit d'un nombre généralement infini de facteurs primaires, chacun de ceux-ci étant le produit d'un fac-

teur linéaire par une exponentielle de la forme $e^{P(z)}$, où $P(z)$ est un polynôme. C'est sans doute en étudiant l'intégrale Eulérienne de seconde espèce que Weierstrass a été mis sur la voie de ce beau théorème, et nous rappellerons à ce sujet cet important résultat que l'inverse de cette intégrale est une fonction entière.

Weierstrass a beaucoup insisté sur l'importante notion du prolongement analytique d'une fonction et sur la représentation des fonctions par des séries; il a le premier appelé l'attention sur certaines séries ordonnées suivant les puissances croissantes d'une variable, qui ne peuvent être prolongées au delà de leur cercle de convergence. C'est dans ces dernières recherches qu'il fut conduit à donner le premier exemple d'une fonction continue d'une variable x n'ayant pas de dérivée. Voici cet exemple mémorable: Soit a un entier impair et b un nombre positif inférieur à l'unité; la série

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} b^n \cos(a^n x)$$

est une fonction continue de x n'admettant pas de dérivée si $ab > 1 + \frac{3\pi}{2}$.

Je me suis arrêté d'abord sur quelques-uns des travaux de Weierstrass relatifs à la Théorie des Fonctions; c'est qu'ils occupent dans son œuvre une place considérable, et c'est qu'aussi je me rappelle encore l'admiration avec laquelle, il y a bientôt vingt ans, M. Hermite en parlait à ses élèves, admiration dont quelques années après portait la trace un cours lithographié qui a exercé un grande influence sur les études mathématiques dans notre pays.

Les Fonctions elliptiques ont fait pendant plusieurs années l'objet de l'enseignement de Weierstrass; il y a introduit de nouvelles notations qui ont eu la plus heureuse influence sur le développement de la théorie [1]. Mais c'est surtout dans la Théorie des Intégrales Abéliennes qu'il a fait des découvertes de premier ordre. Le problème de l'inversion des intégrales hyperelliptiques avait été posé par Jacobi, et résolu par Göpel et Rosenhain dans le cas où le polynôme sous le radical est du cinquième ou du sixième degré. Dans deux mémoires publiés en 1853 et 1856, Weierstrass résout le problème pour les intégrales hyperelliptiques de degré quelconque. Les méthodes de Göpel et de Rosenhain ne pouvaient être généralisées; c'est par la considération de certaines sommes d'intégrales de seconde et de troisième espèce, regardées comme fonctions des variables indépendantes, qu'il parvient de la manière la plus brillante à introduire les éléments analytiques fondamentaux. Ce ne fut qu'en 1869 que Weierstrass s'occupa, dans ses leçons, des fonctions algébriques les plus générales et de leurs intégrales; dans l'intervalle avaient paru en 1857 les travaux de Riemann sur ce sujet, et les méthodes de l'illustre émule de Weierstrass, qui prennent leur point de départ dans une question de Géométrie de situation, sont aujourd'hui classiques. Le point de vue de Weierstrass est tout différent de celui de Riemann; ainsi il arrive à la notion de genre d'une courbe algébrique, sans sortir du domaine de l'Algèbre, en recherchant le nombre minimum des infinis arbitraires que peut posséder une fonction rationnelle des coordonnées d'un point variable de la courbe. Les tendances d'esprit des deux grands analystes sont d'ailleurs bien distinctes: Riemann aime les méthodes intuitives qui projettent sur tout un sujet une vive lumière, quitte à ne pas toujours descendre dans les détails, tandis que Weierstrass semble, dans son exposition, éviter les vues générales et aime à tout déduire de transformations de calcul permettant d'arriver d'une manière assurée au résultat annoncé. Rien ne serait plus intéressant à cet égard, si c'en était le lieu, que de les suivre tous deux dans l'étude des modules d'une courbe algébrique.

J'ai dû passer sous silence bien des travaux de Weierstrass; sa prodigieuse activité s'est appliquée sur presque toutes les parties des Mathématiques. Il a apporté dans le Calcul des Variations son souci de la plus extrême rigueur, et la Théorie des Equations différentielles a fait souvent l'objet de son enseignement. La Théorie des surfaces minima lui doit d'importants progrès, comme on peut le voir dans une courte note des *Monatsberichte*, qui a été développée par M. Darboux dans un des plus beaux chapitres du tome I de ses *Leçons de Géométrie infinitésimale*, et je rappellerai enfin son étude sur les grandeurs complexes formées avec n unités fondamentales.

La vie de Weierstrass a été entièrement consacrée à la Science. Son enseignement a été l'honneur de l'Université de Berlin; c'est là qu'il a répandu, sans compter, une foule d'idées qu'ont développées dans leurs travaux ses nombreux élèves. Nous saluons avec respect la mémoire du grand Géomètre et du Maître vénéré de tous ceux qui l'ont approché.

Emile Picard.
de l'Académie des Sciences.
Professeur de Calcul différentiel et intégral à la Faculté des Sciences de Paris.

[1] Les notations et les formules de Weierstrass sont maintenant bien connues en France grâce aux Traités d'Halphen, de MM. Tannery et Molk, et de MM. Appell et Lacour.

Charles Contejean. — C'est avec douleur que nous avons appris — trop tard pour la mentionner dans notre dernière livraison — la mort d'un jeune et très distingué collaborateur de la *Revue*, Charles Contejean, décédé à Bellegarde le 24 février dernier.

Les feuilles politiques ont raconté l'épisode tragique de l'empoisonnement involontaire et de la cruelle agonie de notre ami. Il était de ceux dont la Science avait le plus à attendre: physiologiste habile, il avait déjà conquis dans le monde biologique une place remarquée; par sa passion pour les recherches, son savoir technique et sa très haute culture, Ch. Contejean s'annonçait comme l'un des savants destinés à faire le plus d'honneur à notre pays. Tous ceux qui l'ont connu s'associeront à nos regrets.

Galileo Ferraris. — Nous avons appris avec regret la mort de M. *Galileo Ferraris*, sénateur du Royaume d'Italie, membre de l'Académie Royale de Turin et du Comité international des Poids et Mesures. On sait qu'il y a une dizaine d'années M. Ferraris a conçu, en Electricité, le système des champs tournants, qui, surtout depuis l'étude expérimentale qu'en a faite Eliuh Thomson, ont acquis une importance toute spéciale dans le domaine de la science électrique. M. Ferraris a eu le mérite de donner la théorie mathématique du système.

§ 3. — Sciences Mathématiques

Sur la loi de Newton. — A l'occasion du récent article de M. Guillaume sur la loi de Newton [1], M. G. Meslin, professeur de Physique à l'Université de Montpellier, nous adresse l'intéressante communication que voici:

« Je viens de lire avec beaucoup de plaisir l'article si suggestif de M. Guillaume sur la loi de l'attraction, et je voudrais, à ce propos, vous signaler une réflexion. Si la réaction mutuelle de deux corps avait une influence sur le poids total, croyez-vous que cela amènerait à la possibilité du mouvement perpétuel? Il faudrait pour cela que la chaleur de réaction fût la même au niveau inférieur et au niveau supérieur. Mais si cette chaleur de réaction n'était pas la même! Ce raisonnement servirait, d'ailleurs, précisément à montrer la différence et à la calculer par une formule dans le genre de:

$$L - L' = (M - m + m')\,h,$$

de même qu'en développant des considérations semblables on démontre que la chaleur de volatilisation

[1] Voyez la *Revue* du 30 janvier 1897.

d'un liquide dans un tube capillaire change avec la courbure du ménisque, c'est-à-dire avec le niveau auquel se trouve le ménisque au-dessus du niveau dans la partie large.

Georges Meslin,
Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de l'Université de Montpellier.

§ 4. — Électricité

Nouveaux appareils de chauffage électrique. — A une récente séance de la Société des Electriciens, M. Colin a présenté les appareils de chauffage électrique fabriqués par la *Société du Familistère de Guise*. Dans tous ces appareils, des fils métalliques ont été noyés dans un isolant composé de verre pilé fondant à 800°. Les fils peuvent être portés à une température de 350°. L'expérience a établi que, pour fournir cette température, il faut atteindre un dégagement de 6.660 calories par mètre carré et par heure. La dépense sera de 1 hectowa t-heure par heure et par décimètre carré. Un grand nombre d'appareils divers ont été établis d'après ces principes, notamment des grils, des réchauds, des chauffe-plats. Ces divers appareils, suivant leurs dimensions, consomment des intensités de 2,5 à 8 et 10 ampères à la différence de potentiel de 110 volts. La Société construit aussi des plaques radiantes pour chauffage d'appartement, et des résistances pour moteurs, tramways. Dans ces derniers, les résistances peuvent même être utilisées pour chauffer les pieds des voyageurs.

§ 5. — Sciences naturelles

Sur la méthode d'exposition en Zoologie. — M. H. Beauregard, qui, dans la précédente livraison de la *Revue*, a rendu compte du « Traité de Zoologie concrète » de M. Yves Delage[1], avait, avant l'impression, communiqué sa critique à l'auteur, en sollicitant ses objections. La lettre de M. Delage, répondant à cette bienveillante invitation et destinée à être insérée à la suite du compte rendu de M. Beauregard, nous a été remise trop tard pour paraître dans le même fascicule. Nous nous faisons un devoir de la publier aujourd'hui, avec l'agrément de ces deux savants.

LETTRE DE M. Y. DELAGE.

Cher Monsieur,

Vous voulez bien me communiquer votre compte rendu du Traité de Zoologie que j'ai publié en collaboration avec M. Hérouard. Je vous remercie de votre excellent procédé et vous demande la permission de profiter de l'occasion ainsi offerte pour justifier une méthode que je persiste à croire avantageuse.

Il n'est pas douteux d'abord que vous n'ayez raison et que le mieux serait de beaucoup que les élèves se fissent une instruction plus originale en lisant les mémoires dans les périodiques de toutes langues. Hélas! il en est de cela comme de tant d'autres utopies. Ce serait excellent si c'était possible, mais... ça n'est pas possible. Votre jugement condamne d'un coup tous les traités de zoologie. Va-t-on nous reprocher d'en faire après nous avoir tant reproché de n'en pas faire? Faut-il nous abstenir, en nous bercant de l'illusion que, faute de livres didactiques, les élèves auront recours aux mémoires originaux? Les meilleurs d'entre eux en liront quelques-uns peut-être. Mais songez à l'immensité de la zoologie!

Théoriquement, vous avez mille fois raison aussi en signalant les inconvénients de la méthode des types morphologiques. Croyez-vous que je ne les aie point vus? Mais il faut juger la question à un point de vue pratique. Tous les procédés ont leurs inconvénients. J'ai signalé, dans la préface, ceux des autres méthodes, et si je me suis décidé pour celle-ci, ce n'est pas en m'illusionnant sur sa perfection, mais à la suite de longues réflexions où je les ai comparées entre elles, aidé quelque peu par une expérience, déjà longue, de l'enseignement. Si cette méthode ne vous convient pas, ne serait-ce pas un peu parce que vous n'êtes plus élève et avez oublié, après les avoir franchies, les dures étapes parcourues pour conquérir les grades?

L'idée de créer des types morphologiques ne vous semble pas heureuse, et vous aimeriez mieux la description de genres réels. Or, de deux choses l'une : si le genre choisi est vraiment une forme moyenne, résumant en elle les caractères généraux de l'ensemble du groupe, il n'y a alors aucun inconvénient à la prendre pour type. Mais c'est ce que nous avons fait maintes fois. Dès qu'un genre réel se présentait avec ces caractères, c'est lui-même qui a été décrit comme type morphologique, et la chose est expressément indiquée. Si, au contraire, un tel genre n'existe pas, il est mieux, je crois, de présenter le schéma d'une forme moyenne idéale que de prendre pour type un être réel tout autrement conformé que les autres genres qu'on devra rapporter à lui. En décrivant comme type d'un genre, d'une famille, d'un sous-ordre, d'un ordre, etc., un être réel, on commet la faute de mettre au même plan tous les caractères, en sorte que l'élève ne sait pas lesquels des caractères décrits sont ceux de genre en particulier et lesquels suffisent pour lui donner droit d'entrée dans la classe, l'ordre, le sous-ordre, la famille, etc., auxquels il appartient. D'ordinaire, on remédie à cet inconvénient en faisant suivre l'annonce de chaque groupe d'une caractéristique de quelques lignes, toujours vague et abstraite, qui résume les caractères essentiels du groupe. Ces caractéristiques ne correspondent à aucun être réel quelconque. Nous les avons simplement remplacées par le tableau concret et illustré de figures d'un être idéal qui aurait les caractères qu'elles indiquent. Voilà la différence essentielle entre le plan de notre livre et celui des autres. Il ne me semble pas qu'elle soit à son désavantage.

Yves Delage,
Professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Paris.

La lipase végétale. — C'est par erreur que, dans la dernière chronique de la *Revue*, nous avons attribué la découverte de la lipase végétale à M. Gérard, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon. L'auteur de cette découverte est M. E. Gérard, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Toulouse.

§ 6. — Agronomie

Le dosage de l'azote dans les terres et les engrais; simplification de la méthode de Kjeldahl. — On sait que, dans la terre arable et les engrais, l'azote se rencontre sous trois formes principales: azote *organique*, azote *ammoniacal*, azote *nitrique*, dont l'ensemble constitue ce que l'on est convenu d'appeler l'azote *total*.

Or, le dosage séparé de ces trois formes de l'azote nécessite l'emploi de méthodes à la fois longues et compliquées, et présentant souvent de grandes difficultés.

Il y a quelques années, l'introduction de la méthode de Kjeldahl a apporté une notable simplification au dosage de l'azote organique[1]. Mais l'appareil que cette méthode nécessite présente encore de nombreux inconvénients, dont voici les principaux: 1° son prix est relativement élevé; 2° il nécessite une assez forte pression

[1] *Revue* du 28 février 1897, t. VIII, p. 165. Rectifions, à ce sujet, une faute d'impression relative au prix de l'ouvrage : Ce prix est de 22 fr. 50, au lieu de 12 francs indiqué par erreur.

[1] Cette méthode consiste à transformer l'azote en ammoniaque au moyen d'acide sulfurique additionné de mercure métallique. L'ammoniaque qui se forme est mise en liberté à l'aide d'une solution de soude caustique, et dosée par l'acide sulfurique normal.

d'eau pour la réfrigération, pression dont on ne dispose pas dans tous les laboratoires; 3° l'ébullition de l'acide sulfurique dans un ballon incliné expose à des explosions fréquentes, souvent dangereuses; 4° cet appareil donne des chiffres un peu faibles, surtout lorsqu'il s'agit de substances très riches en azote (guano, corne, viande et sang desséchés, tourteaux).

Frappé de ces inconvénients multiples, et dans le but d'y remédier, M. Delattre, chimiste-adjoint de la Station Agronomique d'Arras, vient d'imaginer un manuel opératoire très simple, très facile à suivre dans n'importe quel laboratoire et dont voici les principales indications:

Le dosage nécessite l'opération préliminaire suivante: un demi-gramme à 2 grammes (suivant la richesse) du produit à analyser [1], ou 10 grammes s'il s'agit d'une terre, sont traités dans un ballon par 25 c. c. d'acide sulfurique pur auxquels on ajoute 7 décigrammes de mercure. On fait bouillir jusqu'à décoloration du liquide, ce qui dure environ une heure. Cela fait, le tout est transvasé dans le ballon A de l'appareil Delattre (fig. 1), ballon d'une contenance d'environ 750 ou 800 c. c.; on ajoute 200 c. c. d'eau, puis 40 c. c. d'une dissolution de soude caustique [2]. On fait refroidir en agitant le ballon dans l'eau. La liqueur devant être encore

Fig. 1. — *Appareil Delattre pour le dosage de l'azote organique.*

acide après cette addition de soude, on n'a pas à craindre une déperdition d'ammoniaque. On introduit alors rapidement environ 1 gramme de limaille de zinc, puis 40 c. c. de la même dissolution de soude, à laquelle on ajoute 6 à 8 c. c. de sulfure de potassium ou de sodium. Si l'on opère ainsi, l'échauffement n'est plus assez sensible pour que l'on ait à craindre une déperdition d'ammoniaque avant la fin de l'analyse.

On ferme immédiatement le ballon avec un bouchon traversé par un petit tube d'étain d'un diamètre intérieur de 8 à 10 millimètres, fermé à sa partie supérieure et muni latéralement de cinq ou six trous *t*, destinés au dégagement des vapeurs. L'un des trous *t'* est placé à la partie inférieure, contre le bouchon coupé en biseau, et sert au retour du peu de liquide qui pourrait se condenser. Aucun entraînement de soude ne peut ainsi se produire. Les vapeurs s'élèvent dans un tube à boule L, recourbé en haut, et assujetti par un joint en caoutchouc J avec un long tube droit incliné, d'environ 85 à 90 centimètres de longueur, dont l'extrémité légèrement courbe *b* vient plonger dans un ballon B où l'on a mis 10 c. c. d'acide sulfurique titré, rougi au tournesol et étendu d'eau. Ce ballon plonge lui-même dans un vase plein d'eau froide pour éviter un trop grand échauffement, mais cet échauffement ne serait cependant pas nuisible et n'occasionnerait aucune perte si le réfrigérant était supprimé.

Ainsi conduite, la distillation dure environ 20 minutes, une demi-heure au plus, tandis qu'une heure était souvent insuffisante avec l'appareil à serpentin. On voit d'ailleurs que l'opération est terminée lorsqu'un papier de tournesol rouge mis à l'extrémité du tube *b* ne bleuit plus.

Une cinquantaine de dosages comparatifs, effectués à la Station Agronomique d'Arras, ont montré que les résultats donnés par l'appareil sont d'une rigoureuse exactitude. Aux avantages précédemment décrits, le système joint encore celui d'un nettoyage rapide et facile; disposé en double, il permet d'effectuer quinze à seize dosages par jour.

Nous l'avons adopté au laboratoire de l'Ecole d'Agriculture de Berthonval, où il nous a jusqu'à présent donné toute satisfaction.

A. Larbalétrier,
Professeur à l'École d'Agriculture du Pas-de-Calais.

[1] Si le produit à analyser renferme de l'azote nitrique, une partie sera, dans la suite, transformée en ammoniaque et causera une erreur dans le dosage. Il faut donc éloigner cet azote nitrique; pour cela on traite d'abord la substance par quelques centimètres cubes de protochlorure de fer et autant d'acide chlorhydrique, on fait bouillir quelques instants, puis on introduit l'acide sulfurique et on continue comme il est indiqué.

[2] La dissolution de soude se prépare en chauffant 1 kilo de soude à la chaux avec 1 litre d'eau distillée.

§ 7. — Hygiène publique

La question du lait à Paris. — Actuellement, le lait vendu à Paris est soumis, dans une certaine mesure, au contrôle de la Préfecture de Police: dans les étables de la ville et de la banlieue, des visites sanitaires éliminent les animaux malsains; chez le vendeur, des échantillons prélevés et analysés permettent d'enrayer la fraude; mais, malgré cette surveillance, beaucoup de laits sont contaminés soit par la tuberculose, soit par des proportions exagérées de produits conservateurs; la mortalité excessive de la première enfance par athrepsie doit, en grande partie, être attribuée à la consommation de ces liquides malsains, base forcée de l'alimentation de l'enfant pauvre. Ému de ces accidents, le Conseil Municipal de Paris vient d'instituer une Commission pour étudier les moyens pratiques d'assurer dans la ville la vente d'un lait pur, sain et économique.

Sous la présidence de M. Paul Strauss, conseiller municipal, la Commission se compose de: MM. le Professeur Brouardel, les docteurs Dubrisay, Du Mesnil, membres du Conseil d'Hygiène; MM. les docteurs Budin, Boissard, Comby, Grancher, Sevestre, Variot, médecins des hôpitaux de Paris; MM. le Professeur Landouzy et le Dr Thoinot, de la Faculté de Médecine; M. le Dr Vallin, de l'Académie de Médecine; MM. Barrier, Duprez, Nocard, vétérinaires; Duclaux, Dr Roux, Dr Miquel, Albert-Lévy, Ch. Girard et Quesneville, micrographes et chimistes; Honoré, Risler, Strauss, Thomas et Dr Gibert, membres du Conseil de surveillance de l'Assistance publique; Gros et Rouchès, du Syndicat des laitiers-nourrisseurs, et de plusieurs conseillers municipaux. M. le Dr A.-J. Martin, inspecteur général des Services d'assainissement, est nommé secrétaire de la Commission.

Les desiderata de la Ville constituent un programme que nous pouvons diviser en trois parties: *production, conservation* et *vente*. — Prenant le lait à l'étable, la Commission se prononcera sur les moyens d'instituer un Service de surveillance dans les lieux de production éloignés et de renforcer celui qui fonctionne déjà à Paris et dans le département de la Seine; elle étudiera les conditions les plus hygiéniques de transport à la Capitale, en vue d'éviter la fraude et les altérations.

Les procédés de stérilisation et de conservation feront l'objet d'une étude spéciale; tout particulièrement la question de l'analyse et des méthodes indiquant rapidement la pureté d'un lait donné, sera examinée par les chimistes de la Commission.

Le Conseil Municipal demande, en outre, comment favoriser, susciter la production, la distribution et la vente du lait pur à un faible taux, de façon à faire bénéficier de cette alimentation toutes les classes de la société.

Marcel Molinié,
Chimiste à l'Observatoire de Montsouris.

L'ÉTAT ACTUEL
DE LA CONSTRUCTION DES TORPILLES ET DES TORPILLEURS
PREMIÈRE PARTIE : TORPILLES

L'adoption de la torpille comme engin de guerre et la création du torpilleur à grande vitesse sont deux événements de la plus grande importance dans l'histoire de la Marine au XIXe siècle. La torpille fixe est le plus terrible des engins destructeurs; utilisée pour la défense d'une rade ou d'un port, elle rend à peu près impossible le forcement des passes. Le torpilleur, en permettant d'utiliser la torpille comme arme d'attaque, a profondément modifié les règles de la tactique navale ; s'il n'est pas appelé, comme le proclamaient, il y a quelque dix ans, ses partisans enthousiastes, à devenir le « roi des mers », il n'en reste pas moins un adversaire redoutable avec lequel doivent compter les plus puissants cuirassés.

De l'apparition du torpilleur à grande vitesse date la révolution qui s'est opérée depuis vingt ans dans la constitution des flottes européennes. Jusqu'alors, on avait considéré les grandes vitesses comme incompatibles avec les faibles déplacements. Lorsqu'on vit, en 1873, un constructeur anglais faire filer plus de seize nœuds à une vedette de quatre tonnes[1], on comprit que la vitesse pouvait devenir pour un bâtiment, comme le canon ou la cuirasse, un moyen d'attaque ou de défense. De nouveaux types de navires furent créés : on allégea les coques, on perfectionna les machines, on inventa de nouvelles chaudières. Tous les progrès réalisés dans cette voie depuis vingt ans sont synthétisés par le torpilleur, qui est par excellence le bateau léger et de grande vitesse ; aussi l'étude de ces petits bâtiments présente-t-elle pour l'ingénieur comme pour le marin un intérêt tout particulier.

Le torpilleur n'a sa raison d'être que par la torpille; c'est de la torpille que nous nous occuperons aujourd'hui. Nous étudierons cet engin dans ses divers emplois pour la défense des côtes ou l'attaque des escadres ennemies.

I. — Puissance destructive de la torpille.

Une torpille est une mine dont l'explosion doit se produire sous l'eau. La torpille a des effets destructeurs tout différents de ceux qui peuvent être obtenus avec les différentes sortes de mines flottantes ou *machines infernales;* ces derniers engins — qui paraissent avoir été employés pour la première fois au XVIe siècle (siège d'Anvers) et dont les Anglais firent usage à plusieurs reprises à la fin du XVIIe siècle contre les ports de Saint-Malo, Dieppe, Dunkerque (1693-1695), et plus tard contre la flotte française mouillée en rade de l'île d'Aix (1800) — ont une puissance relativement limitée et ne peuvent donner d'effets sérieux qu'à la condition de renfermer des poids considérables de substances explosives. L'air n'oppose, en effet, que peu de résistance à la détente des gaz provenant de l'explosion; si les divers corps solides mélangés à la poudre sont projetés avec assez de violence pour causer mort d'hommes, ils sont, en général, sans grande action sur les bâtiments ou ouvrages fortifiés contre lesquels la mine est dirigée. Il en est tout autrement de la torpille : le brusque refoulement de la masse d'eau, dû à l'expansion des gaz, détermine un choc d'une extrême violence qui donne naissance à une onde de refoulement susceptible de briser, dans les limites d'un certain rayon, tous les obstacles qu'elle rencontre. Si une torpille agit au contact de la carène d'un navire, sa puissance destructive est encore bien plus considérable. La carène subit alors directement la poussée résultant de l'explosion des gaz, l'eau environnante agissant comme bourrage. Les effets seront d'autant plus terribles que le bourrage sera plus résistant et, par suite, que l'immersion de la torpille sera plus considérable.

L'explosion de la torpille se manifeste tout d'abord par un gonflement de la surface liquide; puis les gaz se fraient un passage en un point du boursouflement ainsi formé et crèvent la surface en projetant une énorme masse d'eau, qui constitue la *gerbe.*

De nombreux essais ont été faits, en France ou à l'Étranger, sur des coques de navires condamnés, pour déterminer la puissance de destruction des torpilles suivant les poids des charges et les conditions particulières de l'explosion. On a trouvé que, pour être réellement dangereuse, une torpille doit renfermer 10 kilos de fulmi-coton ou 25 kilos de poudre, si l'explosion doit se faire au contact de la carène, avec une immersion d'au moins $2^{m},50$. Si l'explosion se fait à 1 mètre de la carène, il faut environ 15 kilos de fulmi-coton pour obtenir le même effet. Une charge de 200 kilos de fulmi-coton,

[1] La *Miranda*, construite par M. Thornycroft.

immergée de 3m,50 et distante de 8 mètres de la carène d'une corvette, réduisit littéralement en pièces le bateau, projetant des débris jusqu'à plus de 100 mètres de hauteur.

Des expériences méthodiques ont été faites en France en vue de déterminer, suivant les différentes immersions, les charges à employer pour avoir à la surface un rayon de 7m,50, c'est-à-dire une zone dangereuse pour un bâtiment, limitée

Tableau I. — Charges des Torpilles.

IMMERSIONS	CHARGES EN KILOS	
	Poudre noire.	Fulmi-coton.
A 8 mètres	500	»
De 8 à 11 mètres	1 000	250
11 à 15 —	1.500	300
15 à 18 —	2.000	500
18 à 20 —	»	500
20 à 22	»	600
22 à 24 —	»	700

par une circonférence de 7m,50 de rayon ; les expériences ont conduit aux chiffres du tableau I.

II. — Substances explosives.

§ 1. — Fulmi-coton.

La torpille à charge de poudre est maintenant peu employée ; on préfère les torpilles à charge de fulmi-coton, qui présentent le grand avantage d'être, à poids égal, beaucoup plus puissantes, ainsi qu'on peut s'en convaincre par l'examen des chiffres du tableau.

Découvert par Schœnbein en 1846, le fulmi-coton s'obtient par l'action combinée d'acide azotique fumant et d'acide sulfurique concentré sur le coton. A l'état sec, le fulmi-coton se décompose lentement et dégage des vapeurs nitreuses ; soumis à une température relativement peu élevée, il est très instable et peut donner lieu à des explosions spontanées. Mélangé de 20 à 30 °/o d'eau, le fulmi-coton, tout en gardant sa puissance explosive, se conserve beaucoup plus facilement et devient très stable ; il ne détone plus, comme le fulmi-coton sec, sous l'action d'une cartouche de fulminate de mercure ; mais on en détermine facilement l'explosion au moyen d'une cartouche de fulmi-coton sec. Les torpilles à fulmi-coton renferment, par suite : 1° une *amorce* contenant du fulminate de mercure (1 gr. 5 environ) ; 2° une *charge-amorce* renfermée dans un étui étanche (tube ou boîte d'amorce) et composée de fulmi-coton sec (625 grammes pour les torpilles dont la charge est inférieure à 100 kilos ; 1,250 grammes pour les torpilles dont la charge dépasse 100 kilos) ; 3° une charge de fulmi-coton à 20 °/o d'eau environ. Avec les charges de fulmi-coton sec indiquées ci-dessus, le fulmi-coton, même saturé d'eau, détonerait à coup sûr.

Certaines Puissances emploient pour les torpilles, outre le fulmi-coton, la gélatine explosive obtenue en dissolvant 10 °/o de coton-poudre dans 85 °/o de nitro-glycérine avec addition de 5 °/o de camphre.

§ 2. — Amorces.

Pour produire l'explosion des torpilles, on a employé tout d'abord des procédés mécaniques ; un mouvement d'horlogerie ou le déclanchement de leviers sous l'action d'un choc mettait en action une batterie analogue à celle d'un fusil ; cette batterie agissait sur une amorce de fulminate de mercure. Plus tard, des détonateurs chimiques ont été inventés. Les uns étaient formés simplement de composés instables, explosant au choc ou au frottement. D'autres utilisaient la chaleur provenant d'une réaction chimique entre des corps mis brusquement en présence les uns des autres : de l'acide sulfurique, renfermé dans un fragile récipient en verre mince qui se brisait au moment du choc, tombait sur un mélange de sucre et de chlorate de potasse ; l'élévation de température qui en résultait enflammait une amorce de poudre fine. D'autres fois, on utilisait l'action de l'acide sulfurique et du potassium, de l'eau et du potassium, de l'hydrogène comprimé et de la mousse de platine, etc.

Les détonateurs chimiques présentent le grave inconvénient de rendre très dangereux la mise en place et le relèvement des torpilles. Il en est de même des détonateurs mécaniques dès qu'ils sont armés ; aussi a-t-on renoncé à ces différents systèmes pour les torpilles fixes. Pour les torpilles automobiles, on emploie, comme nous le verrons, des systèmes percutants qui ne s'arment qu'après le lancement de la torpille.

Les amorces électriques sont actuellement les seules en usage pour les torpilles fixes ; ce sont tantôt des *amorces d'induction*, dans lesquelles un courant à haute tension détermine une étincelle qui traverse une poudre inflammable, tantôt des *amorces de quantité* dans lesquelles le courant d'une pile porte à l'incandescence un fil de platine très fin (trois ou quatre centièmes de millimètre de diamètre environ). Ce dernier système est de beaucoup le plus sûr et le plus répandu ; il présente le grand avantage de se prêter à des vérifications de la conductibilité, de l'isolement des conducteurs et des amorces, au moyen de courants de faible intensité ; c'est le seul procédé réglementaire en France. Dans chaque torpille, on dispose généralement deux amorces en dérivation.

III. — Classification des torpilles.

Les torpilles sont de formes et de dimensions très variables; suivant leur mode d'emploi, on peut les classer en plusieurs catégories :

1° Les *torpilles fixes*, qui servent à la défense des passes ;

2° Les *torpilles mobiles*, comprenant :

Les *torpilles dérivantes*, abandonnées à la surface de l'eau ;

Les *torpilles portées*, que les chaloupes ou les torpilleurs amènent contre la carène des bâtiments ennemis ;

Les *torpilles lancées*, ou obus-torpilles, qui peuvent être immergées soit dès le lancement soit seulement au moment de l'explosion ;

Les *torpilles divergentes*, remorquées contre les navires ennemis ;

3° Les *torpilles automobiles*, munies d'un moteur qui leur permet de parcourir une assez grande distance dans la direction où elles ont été lancées :

4° Les *torpilles dirigeables*, dont on peut, du poste de lancement, régler à volonté la trajectoire jusqu'au moment de l'explosion.

IV. — Torpilles fixes.

La défense des passes se fait au moyen de torpilles analogues à celles qui ont été employées par les Confédérés pendant la Guerre de Sécession : on fait usage de *torpilles dormantes*, reposant sur le fond, et de *torpilles vigilantes* ou *torpilles mouillées*, flottant entre deux eaux; ces dernières torpilles sont dites *électro-automatiques* quand on peut à volonté les rendre dangereuses ou inoffensives, et *automatiques-électriques* quand elles restent toujours dangereuses et explodent au premier choc.

§ 1. — Torpilles dormantes.

Les anciennes torpilles dormantes (fig. 1) étaient en fonte et pouvaient recevoir de 300 à 2.000 kilos

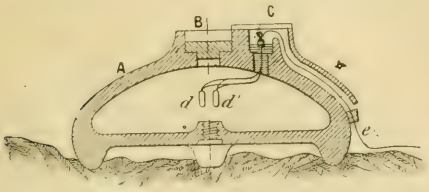


Fig. 1. — *Coupe d'une ancienne torpille dormante en fonte.* — A, Carcasse en fonte; B, trou de charge; C, trou d'amorce; *d*, *d'*, amorces en dérivation; *e*, fil conducteur par où arrive le courant électrique.

de poudre; elles présentaient le grave inconvénient de résister très mal à l'explosion des torpilles voisines. Calculées pour un rayon d'action de $7^m,50$ à la surface. En admettant une largeur de 17 mètres pour le bâtiment qui cherche à forcer la passe, les torpilles doivent être écartées les unes des autres de :

$$17^m + 2 \times 7^m,50 = 32 \text{ mètres.}$$

A cette distance l'explosion d'une seule torpille provoquait l'explosion des torpilles voisines ; on était conduit à les disposer en quinconce sur deux

Fig. 2. — *Disposition en quinconce des anciennes torpilles dormantes.*

lignes et à porter leurs distances sur chaque ligne à 64 mètres (fig. 2).

Les torpilles actuelles (fig. 3) à charge de fulmicoton sont en tôle et reçoivent des charges de 400 à 700 kilos de fulmi-coton à 20 ou 23 °/₀ d'eau environ.

Deux postes d'observation sont nécessaires pour produire, au moment voulu, l'explosion de la torpille sur laquelle passe un bâtiment ennemi (fig. 4) :

Au premier poste, dit *poste intérieur*, un observateur suit avec une lunette I le bâtiment N' qui s'avance ; une aiguille fixée à la lunette indique à chaque instant quelle est la torpille dont le cercle d'action se trouve au-dessous du rayon visuel de l'observateur. Un fil correspondant à cette torpille

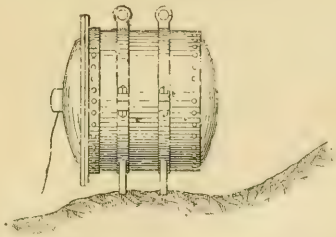


Fig. 3. — *Vue d'une torpille dormante actuelle en tôle.*

est mis en communication avec le fil intermédiaire *f* reliant les deux postes.

Au second poste, dit *poste extérieur*, un observateur vise par une lunette E, qui ne peut se déplacer que dans le plan vertical passant par la ligne de torpilles t_1, t_2, t_3, t_4, t_5. Aussitôt que le navire ennemi N passe sur la ligne et est vu dans la lunette E, le circuit est fermé au poste extérieur et le courant est lancé dans l'amorce.

Une entente est nécessaire entre les observateurs

des deux postes pour le cas où deux navires se présenteraient simultanément. Il est évident que si l'observateur du poste intérieur vise le bâtiment N′ et que l'observateur du poste extérieur lance le courant au moment où le bâtiment N passe sur la ligne, c'est la torpille 1 qui sautera sans atteindre aucun des deux navires.

Des projecteurs permettent de surveiller de nuit les abords de la passe et de suivre la marche des bâtiments ennemis.

L'explosion d'une torpille dormante peut être obtenue automatiquement au moment où un navire vient à s'engager dans la zone correspondant à son rayon d'action. Il suffit de mouiller entre deux eaux au-dessus de la torpille et à une profondeur convenable un ou plusieurs flotteurs susceptibles de

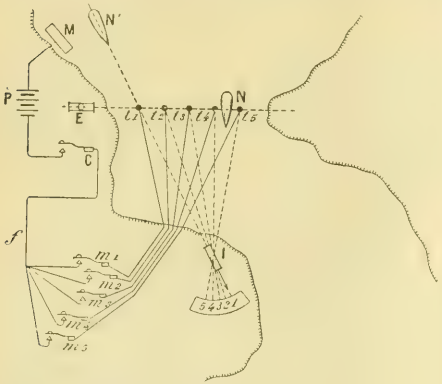


Fig. 4. — *Défense d'une passe par des torpilles dormantes.* — I, lunette du poste intérieur; E, lunette du poste extérieur; t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, torpilles dormantes; m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, commutateurs que l'observateur du poste intérieur ferme suivant qu'il aperçoit le navire ennemi dans la direction des torpilles t_1, t_2, t_3, t_4 ou t_5; *f*, fil intermédiaire entre les deux postes; C, commutateur que l'observateur du poste extérieur ferme lorsqu'il aperçoit un navire sur la ligne des torpilles t_1 t_5; P, pile; M, plaque de terre; N, N′, navires ennemis.

s'incliner sous la poussée d'un bâtiment en marche et de lancer, au moyen d'un ferme-circuit convenablement disposé, un courant électrique dans l'amorce de la torpille (fig. 5). Le ferme-circuit peut être pris identique à celui des torpilles vigilantes dont nous parlerons plus loin; si la pile est à terre, la torpille peut être rendue inoffensive en interrompant le circuit.

§ 2. — Torpilles vigilantes.

Les torpilles vigilantes sont des flotteurs chargés de fulmi-coton (25 à 50 kilos environ) que l'on maintient entre deux eaux à une profondeur convenable par un système d'orin et de crapaud analogue à celui de la figure 6.

L'explosion se produit automatiquement au moyen d'un courant électrique sous le choc ou la poussée d'une carène.

Le ferme-circuit se compose essentiellement d'une sorte de cuvette métallique D (fig. 7) recouverte d'une plaque conductrice P dont elle est séparée par des matières isolantes; la cuvette communique avec l'enveloppe métallique de la torpille; la plaque est reliée à l'un des pôles d'une pile, dont l'autre pôle est à la mer.

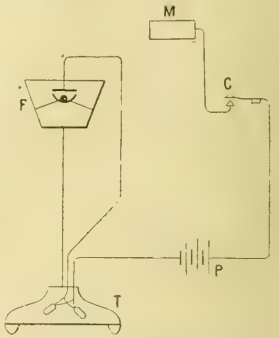


Fig. 5. — *Torpille dormante automatique.* — T, torpille placée au fond de la mer; P, pile placée en terre ferme; C, commutateur de terre; M, plaque de terre; F, ferme-circuit analogue à celui de la figure 7; quand un navire le fait incliner, la boule intérieure métallique établit le contact et la torpille saute.

Une petite sphère de métal S établit la communication, quand la torpille s'incline, entre la cuvette et la plaque, et lance le courant dans les amorces *a* et *a′*.

Lorsque la pile est à terre, on peut à volonté interrompre le circuit pour rendre la torpille inoffensive, et la torpille est *électro-automatique*. Si la pile est dans le crapaud, la torpille est toujours dangereuse (*torpille automatique électrique*).

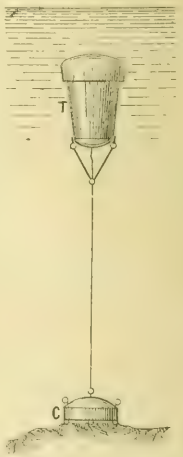


Fig. 6. — *Torpille vigilante.* — T, torpille flottant entre deux eaux; C, crapaud, fixé au fond de la mer, et servant à maintenir la torpille; il contient quelquefois la pile électrique.

§ 3. — Torpilles de barrage, chapelets de torpilles.

Les torpilles de barrage, fréquemment employées par les Américains pendant la Guerre de Sécession, étaient simplement placées à l'extrémité de poutres inclinées enfoncées dans le sol; elles explodaient au premier choc.

On a fait usage également, pour la défense des passes, de chapelets de torpilles maintenues immergées à une profondeur convenable au moyen de bouées; ces torpilles pouvaient exploder isolément ou simultanément sous

l'action d'un courant électrique. Des dispositions analogues peuvent être employées pour rendre plus efficaces les barrages en filin ou les drômes destinées à condamner une passe ou à défendre le mouillage d'une escadre.

V. — Torpilles mobiles.

§ 1. — Torpilles dérivantes.

Les torpilles dérivantes sont immergées, comme les précédentes, au moyen d'un flotteur ; elles peuvent être isolées ou réunies par chapelets. Les *torpilles de sillage* que peut abandonner un bâtiment poursuivi, les *torpilles de blocus* qu'un navire peut semer dans le voisinage d'une passe ou d'un port ennemi appartiennent à cette catégorie.

Il est essentiel que ces torpilles perdent leur efficacité au bout d'un certain temps pour ne pas créer un danger permanent.

§ 2. — Torpilles portées.

Les torpilles portées sont disposées à l'extrémité d'une hampe, placée à l'avant d'un torpilleur ou d'une embarcation. La hampe donne à la torpille une immersion de 2m,50 à 3 mètres et l'éloigne de 7 mètres environ de l'étrave du bateau porte-torpilles. Dans ces conditions on peut faire exploder une charge d'environ 25 kilos de fulmicoton sans danger pour l'assaillant. La hampe est manœuvrée quelques instants avant d'atteindre l'ennemi, et l'inflammation est obtenue électriquement, soit à la suite du choc contre la carène, soit à la volonté de l'officier qui commande l'attaque.

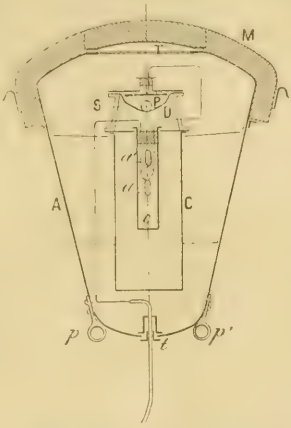


Fig. 7. — *Disposition intérieure d'une torpille vigilante.* — A, carcasse en tôle; T, trou d'homme; *t*, trou d'amorce; M, matelas en bois; *p*, *p'*, pattes d'attache; C, cylindre de charge; *c*, charge-amorce; *a*, *a'*, amorces en dérivation; D, cuvette en cuivre nickelé communiquant avec la carcasse en tôle; P, plaque de contact en cuivre nickelé isolée; S, boule en cuivre nickelé établissant, quand la torpille s'incline, la communication entre la cuvette et la plaque de contact.

§ 3. — Torpilles lancées.

On a essayé à plusieurs reprises de lancer sous l'eau des projectiles chargés de substances explosives. Des expériences faites dans cet ordre d'idées il y a environ trente ans, en Angleterre et en France, n'ont abouti à aucun résultat pratique ; les immersions obtenues n'ont pas été satisfaisantes et la portée des projectiles-torpilles était faible.

Nous ne ferons que mentionner les torpilles à main analogues aux grenades, à l'emploi desquelles on semble avoir renoncé et les obus-torpilles essayés en Amérique (obus Cochrane, obus Zalinski) ; ces engins sont lancés dans l'air au moyen de bouches à feu spéciales et peuvent atteindre les bâtiments ennemis dans leurs œuvres vives.

Nous ne ferons que signaler également des essais de torpilles devant être lancées contre la muraille des navires ennemis, tomber à l'eau le long de la carène et faire explosion quand une immersion de quelques mètres aurait été obtenue. Ces engins n'ont pas donné jusqu'à présent de résultats satisfaisants.

§ 4. — Torpilles divergentes.

Quand un flotteur de forme parallélipipédique se déplace obliquement dans l'eau, il est soumis à une poussée dont la direction fait un certain angle avec la direction du mouvement. Un flotteur se déplaçant suivant la direction D (fig. 8) sera soumis à une force normale N et à une force tangentielle T, qui se composeront suivant une résultante F. Prenons sur cette résultante un point O; une remorque OR parallèle à F et terminée par une patte d'oie *aob*, maintiendra le flotteur en équilibre pendant son mouvement; cette position d'équilibre sera la seule qui conviendra à la patte d'oie choisie; de sorte que le flotteur, remorqué par un bâtiment, s'écartera de lui-même du bord jusqu'à ce que la remorque ait pris la direction OR.

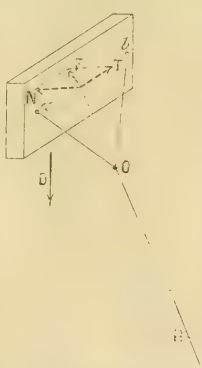


Fig. 8. — *Déplacement d'un flotteur parallélipipédique traîné par une remorque* OR.

Si le flotteur supporte une torpille, on pourra atteindre à distance un bâtiment ennemi.

Dans les premières torpilles divergentes, le flotteur était relié par des leviers rigides à une torpille immerge d'un ou deux mètres; on ne put obtenir un ensemble stable pour toutes les vitesses. On essaya alors de loger la torpille dans un évidement du flotteur ; au moment du choc, un déclanchement produisait la chute de la torpille, qui se trouvait portée par des leviers articulés à 1m,50 environ en avant de la tête du flotteur et venait porter contre la carène.

Dans un autre système de torpilles divergentes, la torpille tombe verticalement au moment du choc ;

dès qu'elle est à une certaine profondeur, la poussée de l'eau agit sur un piston dont le déplacement détermine l'explosion.

Les divers systèmes de torpilles divergentes n'ont pas donné jusqu'à présent de résultats satisfaisants; elles sont d'un maniement délicat, et, à la suite d'une fausse manœuvre, elles pourraient, dans une rencontre navale, atteindre d'autres bâtiments que ceux contre lesquels elles seraient dirigées.

VI. — Torpilles automobiles.

La première en date des diverses torpilles automobiles et la plus répandue maintenant encore est la torpille Whitehead, dont l'invention remonte à l'année 1868 et qui a été adoptée successivement par toutes les puissances maritimes.

§ 1. — Torpilles Whitehead[1].

La torpille Whitehead est le plus remarquable engin de destruction qui ait jamais été conçu; pour donner une idée de la complexité de son mécanisme, il nous suffira de résumer en quelques lignes le problème complexe dont elle constitue la solution :

La torpille est lancée à l'air comprimé ou à la poudre au moyen d'un tube spécialement construit à cet effet; les divers mécanismes doivent être capables de résister au choc qu'ils auront à subir au moment du lancement.

Le moteur se met en marche soit au moment même du lancement, soit après l'immersion; le mouvement se continue dans la direction du tir.

Une fois en marche, la torpille s'arme, c'est-à-dire qu'elle devient susceptible d'exploder par le choc.

Elle s'immerge automatiquement à une profondeur déterminée et revient d'elle-même à cette profondeur si elle en est écartée sous l'influence d'une cause accidentelle quelconque.

La torpille fait explosion si elle rencontre un obstacle; si elle manque son but, elle continue sa route jusqu'à ce qu'elle ait parcouru une certaine distance qui peut être réglée avant le lancement.

Puis la torpille stoppe et remonte à la surface s'il s'agit d'un tir d'exercice à la suite duquel il est de première importance de pouvoir la retrouver; elle coule s'il s'agit, au contraire, d'un tir de combat, afin de ne pas constituer un danger permanent pour les bâtiments amis qui pourraient la rencontrer.

Sans entrer dans la description détaillée des organes de la torpille, que la figure 9 indique d'ailleurs suffisamment, nous mentionnerons sommairement les dispositions de principe qui ont été adoptées pour les différentes parties du programme que l'engin doit remplir[1].

1. — *Propulsion.* — L'air comprimé, nécessaire à la propulsion, est renfermé dans un réservoir R (partie centrale[1]) d'environ 200 litres sous une pression de 70 atmosphères. La mise en marche du moteur peut se faire au moment même du lancement : un doigt, fixé au tube lance-torpilles, détermine le rabattement d'un levier L (région de la chambre des machines) faisant saillie à l'extérieur de la torpille; le mouvement du levier ouvre, par l'intermédiaire d'une came, la soupape de prise d'air. Cette disposition présente l'inconvénient, pour les lancements au-dessus de l'eau, de produire, pendant que la torpille est dans l'air, l'affolement des hélices et une perte notable d'air comprimé. Aussi ne produit-on souvent la mise en marche du moteur qu'après immersion de la torpille; on a recours, dans ce but, à une petite palette, dite « palette russe », qui se rabat sous l'action de la poussée de l'eau et détermine l'ouverture de la soupape.

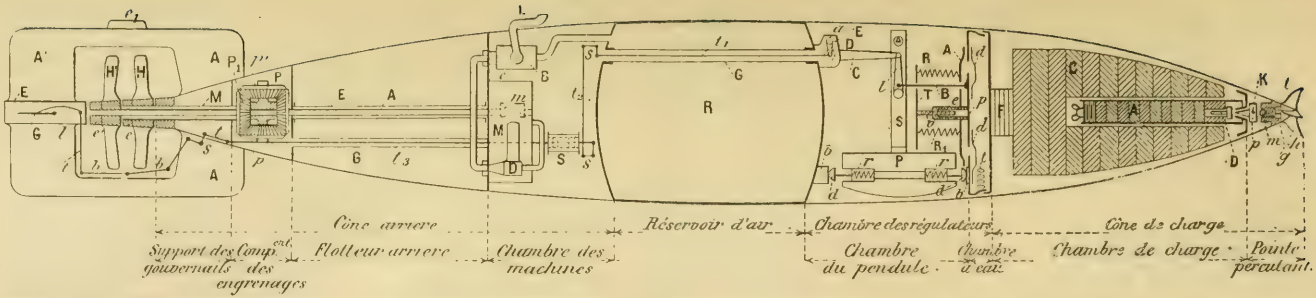
L'air du réservoir ne se rend pas directement à la machine; il passe par un détenteur D (à l'intérieur de la chambre des régulateurs), analogue aux détendeurs à vapeur, et qui réduit la pression à 28 atmosphères environ; grâce à cette disposition, la pression d'introduction dans les cylindres reste indépendante de la pression dans le réservoir.

Dans les torpilles ancien modèle, les moteurs sont des machines Brotherood; trois cylindres ont leurs axes à 120° dans un même plan perpendiculaire à l'arbre; chaque cylindre, à simple effet, actionne un piston à fourreau; les trois bielles agissent sur une même manivelle de l'arbre moteur. Un tiroir tournant, unique, ouvre et ferme les différents orifices d'admission et d'évacuation. Les trois cylindres sont venus de fonte avec une chambre d'évacuation centrale à l'intérieur de laquelle se meuvent les bielles et la manivelle. L'arbre est creux et sert de conduit d'évacuation à l'air qui s'échappe à l'extrémité arrière de la torpille, derrière les gouvernails. Les machines tournent à environ 900 tours.

Les torpilles nouveau modèle ont des moteurs Whitehead, qui diffèrent des précédents par divers détails de construction et par les organes de distribution, formés de trois tiroirs distincts à mouvement rectiligne alternatif, commandés par une même

[1] Les torpilles Schwarzkopf, construites en Allemagne, ne diffèrent des torpilles Whitehead que par des détails sans importance.

[1] Dans cette figure 9 les mêmes lettres ont été employées dans diverses régions de la torpille pour désigner des pièces différentes. Aussi, aurons-nous soin, dans la description qui va suivre, d'indiquer, à l'occasion de chaque lettre, la région dans laquelle le lecteur devra la chercher.



QUEUE	SUPPORT DES GOUVERNAILS	FLOTTEUR ARRIÈRE	CHAMBRE DES MACHINES	RÉSERVOIR D'AIR	CHAMBRE DES RÉGULATEURS	CÔNE DE CHARGE
A, ailerons verticaux. A', ailettes verticales; *e*, ergot directeur; *s*, mouvement de sonnette. *h*, balancier commandant la bielle *t*; *l*, levier du gouvernail; G, gouvernail; E tube de dégagement d'air. Le support des gouvernails porte les ailerons verticaux A et les ailerons horizontaux (non représentés); H, hélice avant, à pas à droite, claveté sur le manchon du pignon arrière; H', hélice arrière, à pas à gauche, claveté sur l'arbre moteur; *e*, *e'*, écrous des hélices.	COMPARTIMENT DES ENGRENAGES. P, pignon claveté sur l'arbre A; *p*, *p'*, pignons intermédiaires; P_1, pignon fou sur l'arbre A et faisant corps avec le manchon M.	A, arbre creux, commandé par la machine et servant de conduit d'échappement d'air; E, tube-enveloppe de l'arbre; G, tube-guide de la tige du gouvernail.	B, boîte des soupapes, renfermant les soupapes de chargement et la soupape de prise d'air; L, levier de prise d'air, rabattu au moment du lancement par un doigt fixé au tube; D, détendeur ou régulateur de pression, ramenant l'air à une pression de 25 à 30 kilos environ (suivant les types des torpilles); M, machine-motrice fixée sur la cloison-support *c*; *m*, manivelle de l'arbre moteur; *s*, mouvement de sonnette de la transmission du mouvement du gouvernail; t_2, tige de transmission; S, servo-moteur, commandant la tige t_3.	t_4, tige de transmission; G, tube-guide de la tige de transmission. Le réservoir contient de l'air comprimé à une pression d'environ 70 kilos par centimètre carré.	*Chambre à eau.* — *t*, trous d'arrivée d'eau; *p*, piston hydrostatique; *d*, diaphragme en caoutchouc empêchant l'eau de pénétrer dans la chambre du pendule. *Chambre du pendule.* — B, bielle à expansion du piston hydrostatique, formée de deux parties glissant l'une dans l'autre, maintenues à leur écartement normal par deux forts ressorts (non représentés); *e*, *n*, écrou et vis de tension des ressorts du piston hydrostatique; T, traverse des ressorts, à 3 branches, transmettant la tension des ressorts à la vis *v*; R, R_1, ressorts du piston hydrostatique s'appuyant sur la cloison-support A; P, pendule en fonte, maintenu entre deux butoirs, *b*, *b*, par des tampons *d* agissant sur les ressorts du pendule *r*, *r* logés dans des évidements du pendule; S, tige de suspension, montée sur couteaux; *l*, levier articulé, commandant par son extrémité supérieure le système de transmission du mouvement des régulateurs au gouvernail; le levier est articulé avec la bielle à expansion B et avec un axe horizontal fixé à la tige de suspension; C, transmission du mouvement du levier articulé au bras double; D, bras double traversant par son axe horizontal *a* la boîte étanche E; le bras extérieur est relié à la transmission C, le bras intérieur à la tige t_4.	*Pointe percutante.* — *h*, hélice à quatre branches tournant en sens inverse des aiguilles d'une montre quand la torpille est en marche; *t*, tige carrée entraînée par le mouvement de rotation de l'hélice; *m*, manchon fileté entraîné par la tige carrée et venant buter à bout de course contre le percuteur; *g*, guide fileté se déplaçant de l'arrière à l'avant quand le manchon est venu buter contre le percuteur et entraînant avec lui la tige carrée et l'hélice (la pointe percutante est alors armée); K, goupille en plomb cisaillée sous l'action d'un choc; *p*, percuteur. *Chambre de charge.* — D, détonateur; A, charge-amorce, formée de cylindres de coton-poudre sec; C, cartouche renfermant les disques de fulmicoton; F, rondelles de feutre maintenant les cartouches en place.

Fig. 9. — *Ensemble schématique des principaux organes d'une torpille Whitehead.*

(A l'intérieur de chaque partie de la construction, chaque lettre désigne une même pièce; mais le grand nombre des lettres employées a exigé qu'on les répétât pour désigner des pièces différentes dans les diverses régions. Le lecteur devra donc chercher chaque lettre dans la région que le texte de l'article indique.)

came clavetée sur l'arbre. Les machines, dont la pression de régime est de 22 à 34 atmosphères, suivant les types de torpilles, tournent à 900 tours. La puissance des divers moteurs varie de 35 à 50 chevaux.

La propulsion est obtenue par la rotation de deux hélices de pas contraires; l'hélice arrière est clavetée sur l'arbre de la machine, l'hélice avant sur un manchon qui entoure l'arbre et reçoit un mouvement de rotation de sens contraire à celui de l'arbre par l'intermédiaire de pignons coniques. Les deux hélices tournent au même nombre de tours et ont chacune deux ailes; le pas de l'hélice avant est légèrement supérieur à celui de l'hélice arrière.

Cette combinaison de deux propulseurs tournant en sens contraire est nécessaire; avec une seule hélice la torpille serait soumise à l'action d'un couple qui tendrait à la faire tourner autour de sa position d'équilibre en sens inverse du mouvement de rotation de l'hélice; la torpille prendrait de la bande et serait déviée de la direction suivant laquelle elle aurait été lancée par l'action du gouvernail horizontal.

Les pas des deux hélices sont déterminés expérimentalement de façon à maintenir la torpille pendant la marche exactement dans son assiette normale.

2. — *Direction.* — Une torpille dont les formes seraient rigoureusement symétriques par rapport à un plan vertical, dont le centre de gravité serait dans ce plan et qui serait réglée de façon à ne pas donner de bande, se déplacerait nécessairement dans le plan vertical de tir. Pour parer aux légers défauts de symétrie que la torpille peut présenter, on dispose à l'arrière deux ailettes directrices (région de queue) dont on peut faire légèrement varier l'orientation autour de leur position moyenne parallèle à l'axe. L'orientation à donner à ces ailettes est déterminée, une fois pour toutes, pendant les tirs de réglage.

3. — *Immersion.* — Les dispositifs employés pour obtenir une immersion déterminée de la torpille, constituent la partie la plus ingénieuse de l'invention. Les mouvements de la torpille dans le plan vertical de tir sont réglés par un gouvernail horizontal G (région de queue) placé à l'arrière des hélices. Les mouvements de ce gouvernail sont commandés par un *piston hydrostatique* et un *pendule*. Le piston hydrostatique p (chambre des régulateurs) supporte sur l'une de ses faces la pression de ressorts RR_1, que l'on peut régler à volonté; le pendule P (même région) reste toujours dirigé suivant la verticale et a, par suite, un déplacement relatif vers l'avant ou vers l'arrière de la torpille suivant que celle-ci est inclinée la pointe en bas ou en haut.

Le piston et le pendule agissent sur le gouvernail par l'intermédiaire d'un système de leviers : un de ces leviers a l'une de ses extrémités articulée en a (fig. 10) sur le pendule; en b il reçoit l'articulation d'une tige fixée au piston hydrostatique; enfin, par son extrémité c, il actionne les tiges de commande du gouvernail. Si le piston hydrostatique s'enfonce sous l'action de la pression de l'eau, le levier ac (fig. 10) viendra en ac', et la torpille remontera sous l'action du gouvernail. Si la torpille est inclinée la pointe en bas, le levier ac viendra en c_1a_1 et le gouvernail tendra à redresser la torpille. Si la tension des ressorts est réglée de façon à faire équilibre à la pression de l'eau pour une pression déterminée h, et si la torpille suit une trajectoire telle que $m_1\ m_2\ m_3\ m_4\ m_5$ (fig. 11), le piston hydrostatique et le pendule combinent leurs effets de m_1 à m_2 et de m_3 à m_4 pour rapprocher la torpille de sa trajectoire. De m_2 à m_3 et de m_4 à m_5, le pendule produit un effet contraire à celui du piston et la torpille se rapproche de son immersion normale suivant une inclinaison moins prononcée. Le piston hydrostatique seul donnerait une trajectoire

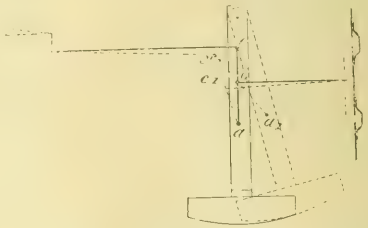


Fig. 10. — *Schéma montrant l'action du pendule et du piston hydrostatique sur le levier qui commande le gouvernail.* Un levier est fixé au pendule en a; en b il reçoit l'articulation d'une tige fixée au piston hydrostatique; enfin, par son extrémité c il actionne les tiges de commande du gouvernail. Si la torpille s'enfonce, le piston hydrostatique sous la pression de l'eau prend la position indiquée en pointillé; le levier $a\ c$ vient en $a\ c'$; le gouvernail se déplace et fait remonter la torpille. De même si la torpille est inclinée la pointe en bas, le pendule prend la position indiquée en pointillé, le levier $a\ c$ vient en $a_1\ c_1$ et le gouvernail fera également remonter la torpille.

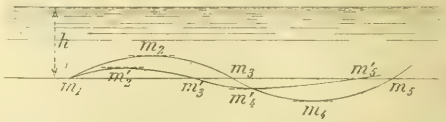


Fig. 11. — *Effet du piston hydrostatique et du pendule sur la marche d'une torpille.* — $m_1\ m_2\ m_3\ m_4\ m_5$, trajectoire que suivrait la torpille avec le piston hydrostatique seul; $m_1\ m'_2\ m'_3\ m'_4\ m'_5$, trajectoire suivie par la torpille avec piston hydrostatique et pendule.

telle que $m_1 m_2 m_3 m_4 m_5$, en forme de sinusoïde dont l'amplitude n'irait en décroissant que très lentement; la combinaison du piston et du pendule donnera une trajectoire telle que $m'_1 m'_2 m'_3 m'_4 m'_5$, qui s'éloignera moins de la trajectoire rectiligne et se confondra très rapidement avec celle-ci. Le piston hydrostatique et le pendule n'agissent pas directement sur le gouvernail; la commande se fait par l'intermédiaire d'un servo-moteur à air comprimé S (fig. 9, chambre des machines); les leviers actionnés par les appareils régulateurs d'immersion n'ont à vaincre que les efforts de frottement du tiroir de ce servo-moteur.

4. — *Pointe percutante.* — La pointe percutante doit être sans action tant que la torpille n'a pas été lancée et n'a pas accompli sous l'eau un certain trajet; pour armer la torpille automatiquement, une petite hélice, dont le mouvement est déterminé par la poussée de l'eau quand la torpille est en marche, est disposée à l'extrême avant; le mouvement de rotation détermine le déplacement longitudinal d'une pièce formant écrou, qui fait saillie peu à peu avec l'hélice à l'avant de la torpille et devient susceptible de produire le mouvement du percuteur sous l'action d'un choc.

5. — *Mécanismes divers.* — La torpille comprend encore :

1° Le *mécanisme d'immobilisation du gouvernail horizontal*, destiné à éviter au moment du lancement, sous l'action des forces d'inertie, un déplacement brusque du pendule susceptible de fausser les tiges de commande du servo-moteur; dès les premiers tours de la machine, le déclanchement du mécanisme d'immobilisation est obtenu automatiquement et la commande du gouvernail est libre;

2° Le *mécanisme de stoppage*, commandé également par le moteur, et qui produit la fermeture de la soupape de prise d'air quand la torpille a parcouru une distance déterminée;

3° Le *mécanisme de submersion*, qui fonctionne en même temps que le mécanisme de stoppage et détermine par l'ouverture d'un robinet le remplissage du flotteur. Dans le cas d'un tir d'exercice, ce mécanisme ne fonctionne pas, le flotteur reste vide; une fois le moteur stoppé, la torpille, dont le déplacement est un peu supérieur au poids, remonte à la surface.

6. — *Inconvénients de la torpille Whitehead.* — Les nombreux perfectionnements qui ont été apportés depuis environ vingt-cinq ans aux torpilles Whitehead, ont assuré à ces engins un fonctionnement satisfaisant; les torpilles présentent toutefois le grave inconvénient de renfermer des mécanismes compliqués et délicats, exigeant des réglages minutieux et fréquents; elles ne peuvent être confiées qu'à un personnel spécial, parfaitement exercé.

Le prix des torpilles Whitehead varie, suivant les types, de 7.000 à 12.000 francs.

7. — *Tubes lance-torpilles.* — Pour les tirs de réglage, les torpilles Whitehead sont lancées au moyen du tube carcasse formé de quatre cornières longitudinales réunies par des cercles transversaux et munies intérieurement de bandes de gaïac servant de guides pour la torpille. Le tube carcasse est chargé au-dessus de l'eau, puis immergé à une profondeur déterminée avec la torpille maintenue par un verrou de retenue; au moment du lancement, la manœuvre d'un levier dégage le verrou et actionne un doigt qui rabat le levier de prise d'air.

Les premiers torpilleurs possédaient des tubes sous-marins dont le fonctionnement était analogue à celui des tubes carcasses. Un système de leviers articulés permettait d'amener le tube sur le pont pour le mettre à son poste de mer et de chargement ou de l'immerger à une profondeur d'environ 80 centimètres. Ces tubes présentaient le grave inconvénient de réduire considérablement la vitesse du torpilleur dès qu'ils étaient immergés; ils donnaient, en outre, de fréquentes déviations aux torpilles; ils sont actuellement abandonnés en France; le système a été dernièrement repris en Angleterre et adopté avec quelques perfectionnements de détails pour les vedettes qui, en raison de leur faible déplacement, ne peuvent recevoir de tubes lance-torpilles ordinaires.

On a fait usage, pendant quelques années, en Angleterre, d'un procédé de lancement imaginé par M. Yarrow et qui consistait à chasser la torpille du tube au moyen d'un piston actionné par la vapeur. Actuellement les torpilleurs et la plupart des grands bâtiments reçoivent des tubes placés au-dessus de l'eau et disposés pour le lancement à l'air comprimé ou à la poudre. Le premier procédé nécessite une installation lourde, encombrante et compliquée. En France on emploie exclusivement le lancement à la poudre, qui ne nécessite aucune installation spéciale; la chasse de la torpille est obtenue par l'inflammation d'une gargousse et la mise de feu se fait par une étoupille à percussion.

Le tube lance-torpilles, en bronze ou en acier, est muni d'une culasse dont la fermeture est assurée par une vis à filets interrompus; la torpille est maintenue dans le tube par un verrou qui se dégage au moment du tir. Si le tube doit lancer par le travers du bâtiment, sa partie supérieure est prolongée par une *cuiller* portant une rainure en forme de T, dans l'intérieur de laquelle s'engage

un ergot fixé sur la torpille. Celle-ci se trouve alors soutenue pendant le lancement jusqu'à ce qu'elle soit entièrement sortie du tube, et elle tombe d'aplomb dans l'eau. Sans cette précaution dans le cas d'un lancement en marche, la poussée latérale de l'eau sur l'avant de la torpille tombant la pointe en bas produirait une déviation initiale.

Les tubes à cuiller assurent une plus grande précision de tir que les tubes ordinaires; ils ont l'inconvénient de faire saillie en dehors de la carène des bâtiments, mais ils peuvent être facilement rentrés ou mis en place au moyen de chariots roulants sur des rails établis sous barrots.

8. — *Tubes des torpilleurs.* — Les tubes d'étrave placés à l'avant des torpilleurs sont pourvus d'une porte étanche, que l'on manœuvre au moment du lancement. Les tubes d'étrave ont été supprimés sur la plupart des torpilleurs à 28 ou 30 nœuds dans la crainte que le torpilleur lancé à toute vitesse ne vienne à passer sur sa torpille.

Les tubes mobiles des torpilleurs sont disposés sur un affût ou chariot qui peut tourner autour de son axe sur une circulaire. En Angleterre, les tubes sont souvent disposés par deux sur le même chariot; les deux tubes peuvent être orientés soit dans des directions opposées prêts à lancer d'un bord ou de l'autre, soit dans la même direction; dans ce dernier cas, ils font le plus souvent entre eux un angle de faible amplitude que l'on peut régler à volonté et qui permet le tir simultané des deux torpilles sur un même but. On peut aussi lancer les deux torpilles successivement et régler le tir de la seconde d'après la trajectoire suivie par la première. Les tubes des torpilleurs sont munis, pour la retenue de la torpille, de freins à pression (*freins danois*) et d'un verrou dont le dégagement est obtenu par la poussée des gaz provenant de l'explosion de la gargousse (*verrou Sébert*).

9. — *Tubes sous-marins.* — Les dangers que présenterait au moment du combat la présence de torpilles dans la batterie, a conduit depuis quelques années à étudier la question des tubes lance-torpilles sous-marins.

Ces tubes sont munis d'un système de double vanne permettant de charger sans introduction d'eau dans le bâtiment. Une cuiller extérieure disposée latéralement du côté de l'arrivée des filets liquides est munie d'une rainure dans laquelle s'engage un ergot qui maintient la torpille par son centre de poussée. Le lancement se fait sous l'action d'un piston, d'une chasse d'eau ou par l'air comprimé.

10. — *Appareils de visée.* — L'orientation à donner au tube, ou au navire lui-même, dans le cas d'un tube fixe, est déterminée au moyen d'appareils de visée qui permettent de combiner la vitesse propre de la torpille et la vitesse présumée du but. L'appareil (fig. 12) se compose de deux curseurs C, C′ mobiles sur deux alidades O A, O B; les distances O C, O C′ étant prises proportionnelles aux vitesses du but et de la torpille, il suffira d'amener l'alidade O A parallèle à la direction suivie par le but, de viser le navire suivant C C′ et de lancer la torpille dans la direction C′ O.

Il est difficile d'évaluer avec une certaine précision la vitesse du but et la route qu'il suit; aussi le lancement sur un navire en marche devra toujours

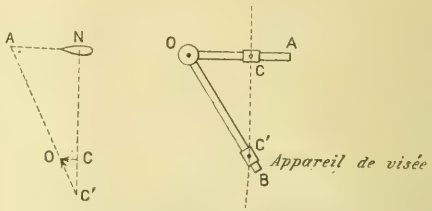


Fig. 12. — *Appareil de visée pour le lancement des torpilles.* — A droite, on voit l'appareil de visée, composé de deux curseurs C et C′, mobiles sur les alidades OA et OB; les distances OC et OC′ sont proportionnelles aux vitesses du but à atteindre et de la torpille. A gauche, on voit l'application de l'appareil; la ligne OC est parallèle à la direction du navire N qui se trouve lui-même sur la ligne CC′. On lance la torpille suivant C′O et elle atteindra le navire quand il sera en A.

être fait à faible distance pour présenter quelques chances de succès.

§ 2. — Torpille Howell.

Parmi les différents systèmes de torpilles automobiles imaginés depuis l'apparition de la torpille Whitehead, il convient de citer en première ligne la torpille Howell; les premiers essais de cette torpille remontent à l'année 1870; grâce aux nombreux perfectionnements apportés peu à peu à l'invention, des résultats très remarquables ont été obtenus dans ces dernières années. L'immersion est donnée automatiquement, comme dans la torpille Whitehead, au moyen d'un piston hydrostatique et d'un pendule; le mouvement des hélices est obtenu d'une façon toute différente (fig. 13). Un volant V, animé au départ d'un mouvement de rotation extrêmement rapide (20.000 tours par minute environ), emmagasine par sa force vive le travail nécessaire à la propulsion. Une application des plus heureuses des propriétés mécaniques du gyroscope maintient la torpille dans le plan de tir; l'axe du volant est horizontal et perpendiculaire à l'axe de la torpille. Une force qui tendrait à faire dévier celle-ci horizontalement ne peut donner, d'après les propriétés du gyroscope, qu'un mouve-

ment d'inclinaison autour de l'axe; sous l'effet de la bande produite, un pendule actionne un gouvernail vertical qui tendrait à produire une déviation en sens contraire et par suite ramène la torpille dans son assiette normale. La torpille Howell présente le grand avantage d'avoir un moteur robuste et peu encombrant; elle n'exige pas d'appareils auxiliaires compliqués tels que les pompes de compression, réservoirs d'air comprimé, nécessaires pour les torpilles Whitehead; l'entretien est facile, le fonctionnement assuré. La direction de la torpille est parfaite, même dans les lancements en marche par le travers, ce qui constitue une grande supériorité sur la torpille Whitehead, sujette aux déviations initiales; le sillage n'est pas visible comme celui de la torpille Whitehead, dont la trajectoire est indiquée par l'air d'échappement. La torpille Howell est adoptée par la marine américaine; le type le plus récent porte une charge de 112 kilos et a une distance franchissable de 600 mètres avec une vitesse de 32 nœuds.

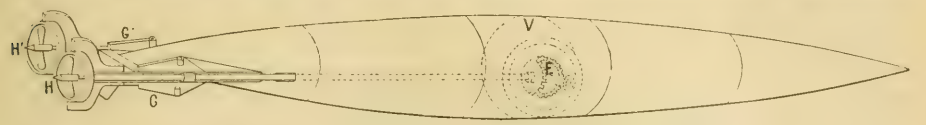


Fig. 13. — *Torpille automobile Howell.* — V, volant gyroscopique produisant le mouvement; E, engrenage conique transmettant le mouvement aux hélices H, H'; G, G', gouvernails.

§ 3. — Torpille Berdan.

La torpille Berdan est adoptée par le gouvernement anglais qui en garde soigneusement le secret. La propulsion est obtenue par une turbine actionnée par les gaz provenant de la combustion d'une fusée.

VII. — Torpilles dirigeables.

Des torpilles dirigeables dont le fonctionnement serait satisfaisant rendraient les plus grands services pour la défense des côtes. Malgré les dispositions très ingénieuses qui ont été imaginées, il ne semble pas jusqu'à présent qu'aucun système ait donné entière satisfaction.

§ 1. — Torpille Brennan.

L'Angleterre a adopté la torpille Brennan, qu'elle a achetée en 1876 à l'inventeur pour la somme de 2.750.000 francs.

Les hélices sont mises en mouvement par la rotation de deux tambours T_1 T_2 (fig. 14) sur lesquels sont enroulés des fils d'acier; sous l'effort de traction, donné par une machine à vapeur placée au poste de lancement, le dévidement des fils se produit et met en marche les hélices. Les fils d'acier se dévident par l'arrière de la torpille et, plus la traction due à la machine du poste est rapide, plus la vitesse de la torpille est grande. Ce résultat, en apparence paradoxal, s'explique facilement; l'ensemble peut, en effet, être facilement combiné de telle sorte que la poussée due à la rotation des hélices soit toujours supérieure à la traction des fils; il est évident, par exemple, que, tous les autres éléments de l'appareil étant déterminés, on pourra choisir le rayon des tambours de la torpille suffisamment grand pour que la traction des fils soit notablement inférieure à la poussée des hélices tout en donnant un couple de moment convenable. L'immersion de la torpille est déterminée, comme dans la torpille Whitehead, au moyen d'un piston hydrostatique et d'un pendule; ces appareils agissent directement sur le gouvernail, ce qui ne peut assurer une grande sensibilité; aussi les trajectoires sont-elles souvent défectueuses et l'immersion irrégulière.

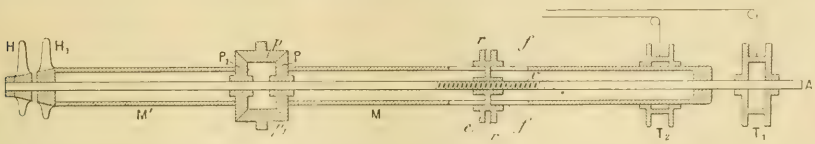


Fig. 14. — *Schéma de la commande des hélices et du gouvernail dans la torpille dirigeable Brennan.* — T_1, tambour avant, claveté sur l'arbre A; T_2, tambour-arrière, claveté sur le manchon M; P, pignon claveté sur l'arbre A; P_1, pignon faisant corps avec le manchon M'; p, p_1, pignons intermédiaires; H_1, hélice fixée au manchon M'; H, hélice clavetée sur l'arbre A; e, pièce formant écrou sur l'arbre A et commandant, par la rainure r, les tiges du gouvernail vertical; v, partie filetée de l'arbre A; f, fente du manchon servant de guide à la pièce mobile e.

La direction de la torpille est obtenue par un gouvernail vertical actionné par le mouvement différentiel des deux arbres porte-hélices. A cet effet, les deux tambours actionnent deux arbres, l'un plein A, l'autre creux M, formant manchon autour

du précédent. Les deux arbres tournent dans le même sens ; un système d'engrenages coniques permet d'obtenir, pour l'hélice-avant H correspondant à l'arbre creux, une rotation de sens contraire à celle de l'hélice-arrière H_1. L'arbre plein est fileté sur une petite portion *v* de son étendue, et reçoit une pièce *e* formant écrou, maintenue dans une rainure longitudinale *f* de l'arbre creux. Tout mouvement relatif des deux arbres donnera à l'écrou un déplacement longitudinal qui est utilisé pour la commande du gouvernail vertical. On dirigera donc la torpille en dévidant plus rapidement le fil de l'un ou l'autre des deux tambours.

La position de la torpille est indiquée par la fumée ou les flammes données par la combustion de compositions chimiques.

§ 2. — Torpille Patrick.

Dans la torpille dirigeable Patrick, l'immersion est donnée par un flotteur auquel la torpille est suspendue ; la propulsion est obtenue par une machine Brotherood fonctionnant à l'acide carbonique. L'acide carbonique est renfermé à l'état liquide dans un récipient et traverse, en passant à l'état gazeux, un réchauffeur en serpentin dont l'élévation de température est obtenue par la combinaison d'acide sulfurique et de chaux. La torpille est reliée à la terre par un câble électrique qui se dévide pendant la marche. Au moyen de ce câble, on produit la mise en marche ou le stoppage de la machine, le mouvement du gouvernail vertical et l'explosion de la torpille, au choc ou à volonté. Ces diverses commandes peuvent avoir lieu avec un conducteur à fil unique ; en lançant un nombre de fois déterminé un courant de faible intensité dans le conducteur, on actionne un commutateur qui se trouve disposé pour produire, sous l'action d'un courant de forte intensité, l'effet que l'on a en vue.

§ 3. — Torpille Sims-Edison.

La torpille Sims-Edison (fig. 15) présente de nombreux points communs avec la précédente ; elle en diffère principalement par son moteur, qui est électrique.

L'immersion, d'environ 2 mètres, est obtenue au moyen d'un flotteur F, les tiges LL, reliant à l'avant le flotteur à la torpille sont inclinées de façon à permettre à l'ensemble de plonger à la rencontre d'un obstacle, tel que les ceintures flottantes dont un bâtiment peut s'entourer au mouillage comme protection.

Le câble renfermé dans un compartiment spécial de la torpille et dont la longueur est d'environ 2 kilomètres, est double ; un fil central sert pour les courants de faible intensité actionnant le gouvernail; un conducteur annulaire entourant le précédent amène le courant principal (25 ampères, 300 volts) actionnant le moteur. Ce dernier, d'une puissance d'environ 40 chevaux, tourne à 1.500 tours, les hélices à 750.

La charge de la torpille est de 125 kilogrammes de dynamite, la vitesse atteint 21 nœuds.

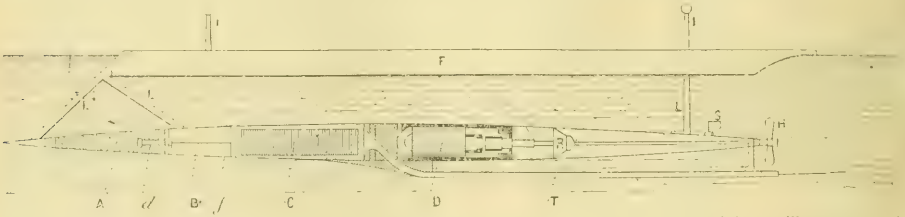


Fig. 15. — *Torpille dirigeable Sims-Edison.* — F, flotteur; L, L, L, tiges rigides reliant le flotteur à la torpille proprement dite; I, index permettant de suivre la torpille pendant sa marche; à la rencontre d'un obstacle, la tige de l'avant fait plonger la torpille, les index I se rabattent sur les flotteurs et reprennent ensuite leur position verticale; A, compartiment renfermant la charge de dynamite et l'amorce *d*; B, compartiment vide; *f*, conducteur pour l'inflammation de l'amorce *d*; C, compartiment du câble; D, dynamo; R, appareil électrique pour la commande du gouvernail; G, gouvernail; H, hélice; T, tube guidant le conducteur à sa sortie de la torpille jusqu'en arrière de l'hélice.

VIII. — Valeur militaire des différents types de torpilles.

Les résultats obtenus avec les torpilles pendant la guerre de Sécession et les guerres maritimes plus récentes sont les seules bases que l'on puisse avoir pour juger la valeur militaire de ces engins. L'efficacité des torpilles fixes pour la défense des passes n'est pas discutable; les pertes nombreuses subies par la marine fédérale pendant la guerre de Sécession ne peuvent laisser aucun doute à cet égard ; une escadre qui chercherait à pénétrer dans une rade sérieusement protégée par des lignes de torpilles courrait les plus grands dangers et ne pourrait réussir qu'en sacrifiant un ou plusieurs de ses bâtiments. Le forcement d'une passe ne sera vraisemblablement tenté qu'après destruction ou mise hors de service des lignes de torpilles. Lorsque les conducteurs reliant les torpilles de fond aux postes de visée auront été coupés, lorsque les torpilles vigilantes auront été draguées ou qu'on aura obtenu leur explosion au moyen d'amarres remor-

quées par des chaloupes, les passes pourront être franchies sans danger; mais ces opérations seront à peu près impossibles dans le voisinage des forts et ne pourront être tentées qu'après destruction presque complète des ouvrages de la défense.

Les torpilles dormantes présentent l'avantage d'occuper des emplacements bien déterminés; elles peuvent renfermer des charges considérables et avoir une puissance destructive terrible; le dragage en est très difficile; si les postes de visée sont bien à l'abri des coups de l'ennemi, les conducteurs inaccessibles, la ligne convenablement établie et bien entretenue, la mise de feu peut être considérée comme certaine. Elles présentent l'inconvénient de nécessiter l'éclairage électrique des passes par des projecteurs; en outre, quand la profondeur est un peu grande, les charges de substances explosives doivent être considérables.

Les torpilles vigilantes présentent l'avantage de pouvoir être mises en place très rapidement; leur fonctionnement est automatique; mais dans les ports à marées leur immersion peut se trouver trop faible à marée basse, trop forte à marée haute; enfin, dans le cas d'un bâtiment marchant à très petite vitesse, le frottement de la carène ne produit pas toujours une inclinaison suffisante pour produire l'explosion. Ces torpilles seront surtout employées pour l'organisation rapide d'une défense torpédique de fortune.

Après les récents progrès de l'artillerie et l'extension des pièces à tir rapide, l'emploi des torpilles portées sera sans doute de plus en plus restreint. Une attaque ne pourrait avoir quelques chances de succès que contre un navire au mouillage, qui ne serait point gardé et n'aurait pris aucune des précautions dont s'entoure un bâtiment en temps de guerre.

La torpille automobile peut être lancée à distance; c'est toutefois une arme de faible portée; la précision du tir laisse à désirer dès que la mer est houleuse; les bâtiments ennemis arriveront-ils souvent assez près l'un de l'autre pour pouvoir faire usage de leurs torpilles? Il est permis d'en douter. Avec les torpilleurs, les torpilles automobiles deviennent pour les flottes qui resteraient de nuit à proximité des côtes un danger sérieux auquel ne s'exposeront vraisemblablement pas les escadres. Le blocus d'un port sera, par suite, difficilement maintenu tant que la défense disposera de torpilleurs. La torpille Whitehead a un fonctionnement généralement satisfaisant quand elle est bien réglée, mais c'est une arme délicate, sujette à de fréquentes déviations initiales; les charges de fulmi-coton sont relativement faibles pour le poids de la torpille. La torpille Howell a fait récemment de très grands progrès; elle est simple et robuste; le poids de la charge est relativement élevé; elle se maintient bien dans le plan de tir; elle paraît, à ces différents points de vue, mériter la faveur dont elle jouit en Amérique.

Les torpilles dirigeables, si ingénieux que soient les dispositifs qui ont été imaginés, présentent de sérieux inconvénients; elles nécessitent des postes de manœuvre dont l'emplacement sera difficilement caché à l'ennemi et qui pourront devenir l'objet de ses attaques; la manœuvre de l'engin, simple en principe, est en fait des plus délicates, surtout de nuit; la torpille présente l'inconvénient d'être visible pour l'ennemi, qui peut chercher à la détruire ou à l'éviter; enfin, les résultats donnés par le fonctionnement même des engins sont loin d'être en tous points satisfaisants.

Quelques difficultés que l'on puisse rencontrer dans l'emploi des torpilles de différents systèmes, la puissance destructive de ces engins est telle que le simple fait de les utiliser paralysera toujours en partie les moyens d'action de l'ennemi. Une veille incessante et jamais en défaut sera nécessaire à bord de tous les bâtiments, fatiguant les hommes et les officiers, et finissant par user les forces des équipages. Par son effet moral, plus encore peut-être que par ses effets directs, la torpille est appelée à jouer un rôle important dans les guerres navales de l'avenir[1].

H. Brillié,
Ingénieur des Constructions navales.

[1] Dans un prochain article nous étudierons les *Torpilleurs*.

LA LUTTE ACTUELLE CONTRE LA TUBERCULOSE

MORTALITÉ PAR TUBERCULOSE. — CURABILITÉ NATURELLE. — TRAITEMENT PRÉVENTIF. — TRAITEMENT CURATIF PAR L'ISOLEMENT DES TUBERCULEUX DANS DES SANATORIA.

La mortalité par tuberculose a fait l'objet de nombreuses recherches statistiques sur lesquelles nous ne pouvons nous étendre, mais qui nous montrent que cette mortalité s'élève, dans certaines localités et à Paris en particulier, à un sixième de la mortalité générale. Ayant compulsé avec soin les chiffres de la mortalité par maladies tuberculeuses à Paris en 1891, j'ai trouvé que le total, basé sur la statistique municipale, était d'environ 21.375[1].

Une statistique générale de la mortalité par tuberculose pulmonaire, dressée par un journal allemand[2] au commencement de l'année 1896, nous montre les proportions de cette mortalité sur soit environ la moitié seulement, par toutes les maladies infectieuses épidémiques.

Quant aux animaux, nous savons que la proportion est assez considérable, puisque tous les gouvernements prennent maintenant des mesures pour combattre chez eux la tuberculose. Les documents statistiques ayant quelque valeur sont encore peu nombreux, mais on peut déjà, suivant les localités, établir que la tuberculose chez les bovidés atteint de 5 à 20 °/o de ces animaux[1].

C'est en examinant les chiffres connus il y a dix ans, que notre regretté maître, le Professeur Verneuil, pensa qu'il était urgent et possible de réagir contre cette mortalité effrayante, et, avec

Tableau I. — Mortalité par tuberculose pulmonaire pour 1.000 vivants.

ALLEMAGNE				FRANCE			VILLES DIVERSES		
VILLES	HABITANTS	1892-93	1894	VILLES	HABITANTS	1894	VILLES	HABITANTS	1894
Würzburg	65.000	41,6	52,4	Le Havre	116.000	50,3	Budapest	532.000	49,3
Nuremberg	161.000	41,7	39,3	Rouen	111.000	45,0	Vienne	1.465.000	45,4
Breslau	361.000	40,1	34,9	Paris	2.424.000	41,6	St-Pétersbourg	954.000	44,3
Augsbourg	81.000	33,4	33,5	Nancy	86.000	33,7	Moscou	753.000	42,9
Munich	393.000	30,8	30,8	Lyon	431.000	33,6	Varsovie	500.000	25,7
Cologne	309.000	30,8	28,2	Reims	105.000	32,6	New-York	1.925.000	24,1
Francfort	201.000	29,1	27,2	Nantes	122.000	30,1	Philadelphie	1.115.000	23,7
Elberfeld	138.000	28,1	26,6	Roubaix	115.000	29,7	Glasgow	686.000	22,6
Dresde	316.000	28,1	26,0	Lille	70.000	28,2	Naples	535.000	21,1
Altona	149.000	28,5	24,7	Bordeaux	252.000	25,5	Buenos-Ayres	580.000	20,7
Leipzig	404.000	25,8	24,0	Saint-Etienne	131.000	23,5	Manchester	522.000	19,6
Görlitz	67.000	24,8	24,3	Marseille	406.000	21,8	Londres	5.300.000	17,3
Chemnitz	150.000	23,6	22,7	Toulouse	148.000	17,7	Chicago	160.000	13,4
Berlin	1.703.000	25,7	22,3	Alger	83.000	16,5			
Hamburg	604.000	25,2	21,1						
Lübeck	69.000	16,5	16,1						

1.000 habitants dans toutes les grandes villes du monde où cette constatation a pu être faite, pour l'année 1894. Le tableau I ci-joint la résume.

Dans tous les pays, la tuberculose exerce plus de ravages que toutes les affections transmissibles : variole, rougeole, scarlatine, diphtérie, fièvre typhoïde et choléra. J'ai démontré ailleurs ce fait pour Paris. Les recherches faites à ce sujet par le Service d'Hygiène de la ville de Bruxelles l'établissent aussi pour cette capitale. Dans la période de 1864 à 1893, on voit, en effet, que, sur 134.603 décès, il y en a eu 29.327 par tuberculose, et 15.409, l'aide de neuf de ses collègues de la Faculté, MM. les Professeurs Bouchard, Brouardel, Charcot, Cornil, Damaschino, Fournier, Grancher, Lannelongue et Potain, créa l'*Œuvre de la Tuberculose*.

Tout en encourageant les études cliniques, ces éminents maîtres, en particulier MM. Bouchard, Cornil, Grancher, Straus, etc., ouvrirent leurs laboratoires aux travailleurs pour expérimenter sur les animaux et rechercher les moyens les plus pratiques d'arriver à la guérison de la tuberculose.

[1] *Revue de la Tuberculose*, janvier 1894, p. 1.
[2] *Münchener med. Woch.*, 7 janvier 1896, p. 28.

[1] Voir l'article de M. le Professeur Leclainche (de Toulouse) « Sur la fréquence et la distribution géographique de la tuberculose des bovidés », qui a paru dans la *Revue de la Tuberculose* de décembre 1896.

I

Guérir la tuberculose! ou, pour les gens du monde, guérir la phtisie! Voilà ce que bien des gens et même des médecins ont été longtemps et sont encore actuellement éloignés de croire. Et cependant la tuberculose pulmonaire, la phtisie, peut guérir et guérit souvent. Ce qui empêche de croire à la guérison, c'est précisément cette légende accréditée qui fait dire que ceux qui guérissent n'étaient pas phtisiques. Je le répète donc, la phtisie peut guérir et guérit souvent. Comme l'a dit le Professeur Grancher, et comme nous le répétait récemment le Professeur Ollier, la tuberculose est la plus curable des maladies chroniques[1]. Elle guérit même chez des sujets qui se trouvent dans les plus mauvaises conditions hygiéniques. Laënnec, Louis, Andral et, après eux, tous les médecins des hôpitaux de toutes les villes du monde ont trouvé des tubercules guéris, de grandes cavernes tuberculeuses cicatrisées depuis longtemps dans les poumons de sujets d'apparence robuste, morts d'accidents ou d'autres maladies et dont ils ont pu faire l'autopsie. Et pour citer des exemples observés de nos jours et recueillis avec toute l'authenticité désirable, M. le Professeur Brouardel n'a-t-il pas constaté des guérisons semblables sur des vagabonds ramassés dans la rue, tués dans une rixe et dont il faisait l'autopsie à la Morgue[2]. On peut dire que ces malheureux se trouvaient dans les plus mauvaises conditions hygiéniques, mal nourris, mal vêtus, couchant le plus souvent à la belle étoile ou sous les ponts.

Si donc la phtisie peut guérir dans des conditions qui sembleraient devoir s'opposer à sa guérison, à plus forte raison celle-ci a-t-elle des chances de survenir si on réalise autour du malade les conditions d'hygiène et de traitement nécessaires. C'est à la recherche de ces conditions que se mirent les membres de l'*Œuvre de la Tuberculose*.

Les travaux qui ont été publiés par eux sont déjà nombreux ; ils sont mentionnés dans tous les travaux d'ensemble qui ont paru depuis, et servent de base au présent article[3].

[1] Grancher : Fréquence de la Curabilité de la tuberculose, *Bull. méd.*, 1895, n° 83.

[2] Voir aussi Vibert (Ch.) : Statistique relative à la fréquence de la tuberculose pulmonaire et de sa guérison. *Etudes expér. et clin. sur la tuberculose*, 1887, t. I, p. 356.

[3] On les trouvera dans les trois recueils suivants, auxquels nous renvoyons le lecteur désireux de se tenir au courant de la question : *Etudes expérimentales et cliniques sur la tuberculose*, trois volumes in-8°, 1887-1892 ; *Comptes rendus et mémoires des Congrès de la Tuberculose*, trois volumes in-8°, 1888-1893 ; *Revue de la Tuberculose*, quatre volumes in-8°, 1892-1896. On trouvera, en outre, dans cette dernière publication, l'analyse ou l'indication bibliographique des travaux importants qui paraissent sur la tuberculose en France et à l'Etranger.

Des ligues analogues contre la tuberculose ont été fondées ou sont en voie de fondation sur le modèle de notre Œuvre, en Allemagne, en Angleterre, en Danemark, en Espagne, aux Etats-Unis, au Canada, en Italie, en Russie, en Suède et en Suisse. Je dois ajouter qu'en France toutes les grandes villes qui possèdent une Faculté ou une Ecole de Médecine sont représentées dans le Comité de direction de notre Œuvre par un ou plusieurs délégués.

II

Guérir les maladies tuberculeuses, c'est bien ; les prévenir, c'est mieux. Je dis les maladies tuberculeuses, parce que ces maladies sont nombreuses et de sièges différents, contrairement à l'opinion, généralement répandue dans le public, que la tuberculose est tout entière comprise dans la phtisie pulmonaire et que tuberculose et phtisie sont synonymes. Etablissons donc de suite, pour n'y plus revenir, que la tuberculose est une maladie générale, qui débute le plus souvent par l'appareil respiratoire, sa porte d'entrée préférée, mais non la seule, qui peut rester plus ou moins longtemps localisée à son point d'origine, mais qui, une fois qu'elle a pénétré dans l'appareil sanguin ou lymphatique, ne tarde pas à envahir tout l'organisme. Non seulement elle se localise dans le poumon (cas général), mais elle peut siéger aussi dans n'importe quel organe et en n'importe quel point du corps.

L'origine de la tuberculose nous indique le moyen de la prévenir. On sait que sa cause première est un microbe, dit bacille tuberculeux ou bacille de Koch. Ce bacille réside dans les déjections des phtisiques, en particulier et surtout dans les crachats, puis, dans le pus des abcès froids, des ulcérations, les matières fécales, l'urine, etc., suivant le siège de la maladie ; contrairement à l'opinion généralement reçue, on ne le trouve ni dans la sueur, ni dans l'haleine des phtisiques.

Les excrétions tuberculeuses peuvent propager la maladie chez des personnes saines[1]. La manière la plus fréquente est la suivante. Les expectorations ou autres excrétions tuberculeuses étant jetées sur le sol, ne tardent pas à y sécher et à se mélanger à la poussière. Cette poussière, ainsi mélangée de bacilles mis en liberté, est soulevée et emportée par le vent dans les rues, les habitations, et pénètre, avec l'air que nous respirons, jusque dans les plus fines ramifications de nos bronches, où les spores des bacilles peuvent ensuite germer ou être rejetées suivant les conditions que nous indiquerons plus loin.

[1] Voir Valentin Gilbert : *Pourquoi et comment on devien phtisique*, Genève, 1896.

On voit donc que tout le danger réside dans les produits d'excrétion des tuberculeux, les excrétions tuberculeuses variant suivant que les malades sont atteints de tuberculose pulmonaire ou de tuberculose des appareils digestifs et urinaires, ou d'abcès froids, etc. Le moyen de prévenir ce danger est donc bien simple. Il suffit de recueillir avec soin dans des vases ces produits d'excrétion : crachats, urine, pus, matières fécales des tuberculeux, et de les détruire soit en les jetant dans le feu, soit en les plongeant dans l'eau bouillante, soit en les mélangeant à des produits chimiques qui les altèrent et les rendent inoffensifs [1].

Il est encore une autre manière de devenir tuberculeux qui, bien que moins fréquente que la précédente, n'en mérite pas moins d'attirer notre attention. C'est de se servir comme aliments de la viande et du lait des animaux tuberculeux. Un certain nombre de savants pensent encore que le danger provenant de l'ingestion de la viande des animaux tuberculeux a été exagéré, qu'il serait même illusoire; mais il n'en est pas de même de l'usage du lait provenant de vaches tuberculeuses, que tous les expérimentateurs et cliniciens s'accordent à reconnaître comme très nuisible et notamment susceptible de donner la tuberculose aux enfants qui le consomment [2].

Un second moyen de se mettre à l'abri de la tuberculose est donc de faire cuire à fond la viande et de faire bouillir le lait, à moins qu'on ait la certitude que les animaux d'où provenaient viande et lait n'étaient pas tuberculeux.

Depuis quelques années, cette certitude tant désirée est facile à obtenir. On sait, en effet, que la tuberculine de Koch, qui a manqué à toutes ses promesses comme agent thérapeutique de la tuberculose, peut rendre de très grands services dans le diagnostic de cette maladie chez les bovidés [1]. Je dois signaler en première ligne, parmi les savants qui ont contribué à établir cette notion importante : MM. Bang, de Copenhague, et Nocard, d'Alfort. Le procédé est des plus simples : On injecte à un animal de l'espèce bovine chez lequel rien ne peut faire soupçonner la tuberculose, quelques centimètres cubes de tuberculine, puis on prend sa température toutes les trois ou quatre heures. Si l'animal est sain, la température reste la même ou s'élève à peine de quelques dixièmes de degré ; si, au contraire, il est tuberculeux, au bout de quelques heures la température s'élève de un, deux et même trois degrés. On peut donc affirmer qu'une vache de belle apparence, qui n'a subi aucune élévation thermique après l'injection sous-cutanée de la tuberculine, n'est pas tuberculeuse, et alors on peut boire son lait et manger sa viande sans crainte; tandis qu'au contraire, si cet animal a présenté après l'injection une élévation de sa température de un à trois degrés, on peut affirmer, tout aussi justement, que cet animal est tuberculeux, et alors il est prudent de ne pas boire son lait sans l'avoir fait bouillir, ni manger sa viande sans l'avoir fait cuire à fond. Le mieux serait peut-être de s'en abstenir ; mais, scientifiquement et pratiquement, on sait que l'ébullition et la cuisson prolongées peuvent détruire le bacille tuberculeux.

Le diagnostic de la tuberculose bovine par l'injection sous-cutanée de tuberculine a été employé

---

[1] Pour plus de sûreté, une seconde mesure a été réclamée : c'est d'isoler les tuberculeux, et dans les familles, et dans les hôpitaux où ils risquent de contagioner d'autres malades non tuberculeux, mais que leur misère physiologique met d'une façon toute particulière en état de réceptivité à l'égard du bacille de Koch.

Cette année même, à la suite d'études variées et d'une retentissante discussion à l'Académie de Médecine, l'Assistance publique de Paris se mit à étudier la question, sollicitée qu'elle en fut à la fois par le Ministère de l'Intérieur et par le Conseil Municipal de la ville. Une Commission composée de médecins des hôpitaux, de conseillers municipaux et d'hygiénistes compétents, fut chargée d'étudier et de déterminer les mesures propres à empêcher la contagion de la tuberculose dans les hôpitaux. Les mesures adoptées peuvent être résumées ainsi :

1° Création de sanatoria hors de Paris pour les phtisiques pauvres ;

2° Aménagement de *quartiers* destinés à l'isolement de tuberculeux dans les hôpitaux ;

3° Constructions de pavillons nouveaux d'isolement;

4° Antisepsie médicale à appliquer dans les quartiers de tuberculeux, et d'une façon générale dans tous les hôpitaux : substitution du lavage des parquets (des salles, couloirs, etc.) à la pratique du balayage à sec et du cirage; recueil et désinfection des crachats de tous les malades à l'aide de deux types de crachoirs : un *crachoir individuel* placé au lit du malade et un *crachoir commun* placé dans les cours, escaliers, couloirs, etc., désinfection de tous les objets à l'usage des malades, réforme du mobilier des salles.

En outre, la Commission s'est occupée du traitement des tuberculeux à domicile, qui comporte d'ailleurs des indications analogues aux précédentes, auxquelles il faut joindre la désinfection des logements.

[2] On a cité beaucoup d'exemples qui mettent ce point hors de doute que de jeunes animaux ou des enfants, alimentés par mégarde avec ce lait, soient devenus tuberculeux ; mais je n'en connais pas de plus frappant et de plus authentique que celui dont a été victime la fille d'un de nos plus distingués confrères de Genève. Cette jeune fille buvait chaque jour une tasse de lait provenant des vaches du domaine de son père et qui avaient toutes les apparences de la santé. Elle devint phtisique sans qu'il y eût aucun tuberculeux dans sa famille ni dans son entourage, et mourut. Le malheureux père eut le courage de faire l'autopsie, et il reconnut l'existence d'une tuberculose intestinale et mésentérique. Cette localisation de la maladie fit supposer qu'elle était d'origine alimentaire et rechercher si les vaches du domaine n'étaient pas tuberculeuses. L'examen fit reconnaître que quatre, sur cinq de ces vaches, étaient tuberculeuses ; on les abattit aussitôt et l'autopsie permit de reconnaître que deux d'entre elles avaient de la tuberculose dans les mamelles.

[1] MM. Grasset, Combemale, etc., ont tout récemment tenté de faire le diagnostic de la tuberculose chez l'homme avec les injections de la tuberculine; mais, bien qu'ils disent avoir obtenu sans accidents des résultats utiles, on comprend que la plupart des médecins, encore sous l'impression des premiers désastres produits par ces injections, hésitent beaucoup à les suivre dans cette voie.

sur une grande échelle par M. Nocard dans plusieurs exploitations agricoles de France qui élèvent ou qui entretiennent un grand nombre de bœufs et de vaches laitières. Il s'en est servi à la fois pour reconnaître les animaux malades de ces grands troupeaux et, en les séparant de ceux qui étaient encore sains, pour empêcher ceux-ci de devenir tuberculeux. M. Bang, de son côté, a fait la même chose dans plusieurs grandes fermes du Danemark. En mettant les animaux sains dans des étables neuves et en évitant toute relation, tout contact entre eux et les animaux malades, MM. Nocard et Bang ont constaté que la maladie était arrêtée. Quant aux animaux reconnus malades, si la lésion était étendue, on les a sacrifiés; on a livré les parties reconnues saines à la consommation, les parties malades étant détruites à l'aide de la chaux vive [1]. Pour les animaux peu malades, on les a laissés dans leurs étables, qu'on avait soigneusement désinfectées, et on les a engraissés pour être livrés à la consommation. D'autres ont été traités. M. Nocard m'a dit avoir obtenu déjà des résultats encourageants, mais il ne veut faire connaître ni ces résultats, ni la méthode employée avant qu'une pratique de plusieurs années lui ait permis de la croire bonne. On voit cependant, dès à présent, combien le rôle de la tuberculine est important dans la prophylaxie de la tuberculose, puisque, en indiquant quelles sont les vaches atteintes de cette maladie, on peut prendre toutes les précautions nécessaires à l'égard de leur viande et de leur lait, séparer celles qui sont malades de celles qui sont saines, et préserver celles-ci de la contagion.

Une Commission nommée par l'Académie de Médecine a sanctionné pleinement les idées émises à ce sujet par M. Nocard (25 février 1896) et il serait à désirer que tous les propriétaires de vacheries soumissent leurs animaux à l'épreuve de la tuberculine et fissent abattre soit immédiatement, soit après engraissement, les vaches reconnues tuberculeuses. Nous devons dire que presque toutes les laiteries de Paris et des environs de la Capitale se sont déjà conformées à ce désir. De plus, un décret rendu par le Ministre de l'Agriculture quelques jours après la lecture du rapport favorable de l'Académie, oblige tous les animaux qui arrivent à la frontière à subir l'épreuve de la tuberculine et, s'ils sont reconnus malades, à être abattus sur place ou à rebrousser chemin, moyen radical de mettre la France à l'abri de l'importation de la tuberculose étrangère.

[1] La saisie et la destruction partielles ou totales des viandes provenant d'animaux tuberculeux ont été réglementées en France par un arrêté du Ministre de l'Agriculture, M. Méline, en date du 28 septembre 1896. (Voir *Revue de la Tuberculose*, décembre 1896, p. 355).

Ce n'est pas tout. Un certain nombre de faits donnant à penser que les enfants apportent en naissant des lésions tuberculeuses transmises par leur père, M. Nocard a exprimé le vœu que les taureaux reproducteurs soient soumis à l'épreuve de la tuberculine et qu'on élimine de cette fonction ceux qui présenteraient l'élévation thermique révélatrice [1].

Comme on le voit, la lutte contre la tuberculose animale est plus avancée que contre la tuberculose humaine, et, comme le disait si bien le regretté Dr Buttura, de Cannes, au Congrès de 1893, les animaux continuent à être mieux traités à cet égard que les humains. Reconnaissons que si l'on a déjà pris contre la tuberculose animale bien des mesures efficaces, tout l'honneur en revient aux efforts persévérants de MM. Chauveau, Leblanc, Weber, Butel, etc., et surtout à l'active et énergique propagande de M. Nocard, dont la Faculté de Médecine vient de récompenser les importants travaux en lui décernant une de ses plus belles récompenses (Prix Lacaze).

III

Ces notions relatives à la lutte contre la tuberculose ne pouvaient être efficaces qu'à la condition d'être vulgarisées, enseignées à tout le monde jusque dans les derniers villages. Aussi le Congrès de la Tuberculose de 1888 demanda-t-il que des instructions courtes, claires, précises, fussent rédigées et envoyées dans toutes les communes de France. MM. les Drs Landouzy et Legroux furent chargés de cette rédaction.

Présentées à l'Académie par le regretté Villemin, elles furent l'objet d'une longue discussion qui, en somme, se termina par leur approbation et dont le retentissement attira sur elles l'attention générale. Elles furent, du reste, publiées par la plupart des organes de la presse médicale et littéraire.

C'est alors que M. le Dr Armingaud, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Bordeaux, fonda une *Ligue de la Tuberculose* dans le but de faire connaître encore davantage toutes ces idées relatives au danger de la contagion de la tuberculose et aux précautions à prendre pour les éviter. Ses efforts furent d'un grand appui pour la lutte contre le mal que nous combattons, grâce à des conférences qu'il institua dans un grand nombre de localités et à l'impression de petites brochures reproduisant nos instructions et distribuées en France à plusieurs centaines de mille d'exemplaires.

Nos premiers efforts, notre congrès, nos instructions, les petites brochures de M. Armingaud, firent impression à l'Étranger, et c'est ainsi que

[1] *Congrès de la Tuberculose*, de 1893.

se fondèrent des ligues analogues et que des instructions rédigées sur le modèle des nôtres furent répandues à profusion parmi le peuple, en Amérique, en Danemark, en Belgique, en Allemagne, en Suisse : tout dernièrement la Commission de l'Assistance publique à Paris en a adopté une plus courte, visant exclusivement la guerre aux crachats.

Ces instructions, en somme, se réduisent à ceci : recueillir avec soin toutes les déjections des phtisiques et les détruire ; mais pratiquement, dans la vie réelle, il n'est guère possible d'arriver à la solution du problème, à l'anéantissement des microbes. Sans doute, on peut recueillir une certaine quantité des produits d'excrétion des tuberculeux, en particulier en obligeant ceux-ci à se servir de crachoirs de poche ou autres. On en a inventé dans ce but de nombreux modèles. J'en ai même imaginé un que, par amour-propre d'auteur, je crois le plus pratique de tous, en quoi je me trompe peut-être ; on a affiché dans les omnibus, dans les bateaux, dans les gares et les wagons de chemins de fer, des *défenses de cracher sur le parquet ;* mais, si bon nombre de personnes observent ces prescriptions, il en est beaucoup, aussi bien en ville qu'à l'hôpital, qui n'y songent pas ou qui, par indifférence, n'en tiennent pas compte et qui souillent tous ces endroits, de même que les rues, de leur expectoration. La plupart de ceux-là, du reste, ne se croient pas malades et n'attachent aucune importance à cracher n'importe où : ils ont besoin de cracher, ils crachent. Ils souillent ainsi leur chambre, leur appartement, l'escalier de la maison qu'ils habitent, leur linge, etc., etc. Il faut alors combattre par la désinfection l'infection qui s'effectue de cette manière dans les appartements habités par les tuberculeux, en particulier les hôtels des stations d'hiver. La désinfection consiste, comme on sait, à faire passer à l'étuve les tapis, rideaux, linge, coussins, etc., qui se trouvent dans ces appartements et à lancer sur les murs, plafonds et parquets des solutions désinfectantes en pulvérisations ou en vapeur. Plusieurs grandes villes de France, Paris, Bordeaux, Lyon, etc., et plusieurs stations d'hiver, Arcachon, Pau, Menton, Cannes entre autres, ont des services de désinfection bien organisés et qui donnent de précieux résultats[1].

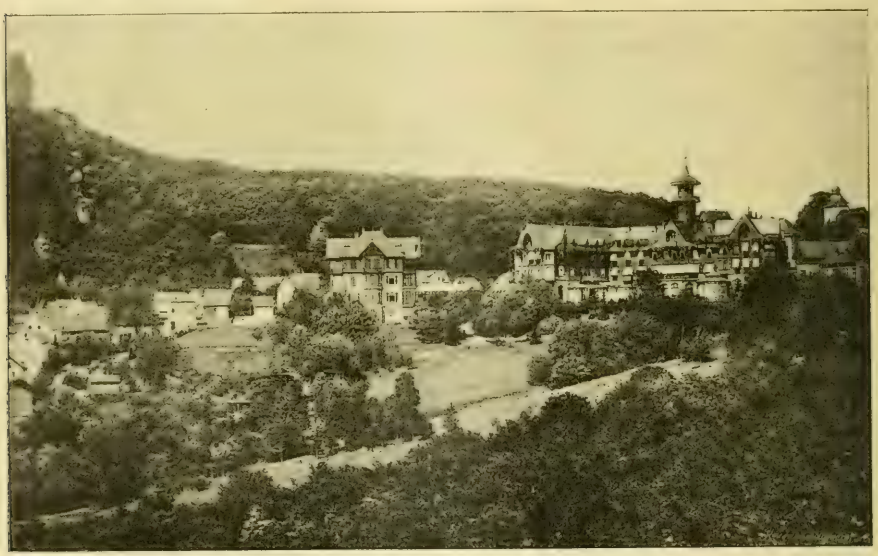


Fig. 1. — *Vue générale du Sanatorium de Falkenstein.*

Après la mort des phtisiques et même au cours de la maladie, si celle-ci dure longtemps, ce qui malheureusement est toujours le cas pour les phtisiques, les équipes de désinfecteurs se rendent à domicile et y pratiquent les diverses opérations qui composent la désinfection d'un appartement.

Il serait à désirer que toutes les villes où les tuberculeux vont passer l'hiver ou l'été, suivant la latitude, possèdent des étuves à désinfection et des équipes d'employés *qui sachent s'en servir.*

[1] Lalesque et Rivière : La prophylaxie expérimentale de la contagion de la tuberculose pulmonaire. *Revue de la Tuberculose*, décembre 1896, p. 304.

IV

Arrivons maintenant au traitement curatif de la tuberculose.

Il y a quelques mois, l'Académie de Médecine de Paris a été mise en possession d'une somme de 800.000 francs destinée, dans l'esprit du testateur, à être décernée à celui qui trouverait un remède, curatif ou préventif, reconnu efficace et souverain contre la tuberculose.

Ainsi posée, la question ne me paraît pas être résolue de sitôt. D'après l'état actuel des connaissances acquises dans le traitement expérimental de la tuberculose, il ne me semble pas qu'un médicament ni un sérum puissent détruire, dans l'organisme, le bacille de Koch. Le véritable adversaire du bacille, c'est le *globule blanc* de la lymphe ou du sang, autrement dit le *leucocyte;* c'est lui qui doit entourer le bacille, le manger et le digérer, en un mot le détruire; mais jusqu'ici, les recherches les plus récentes, les plus variées, poursuivies avec persévérance dans les laboratoires les mieux outillés par les bactériologistes les plus habiles, n'ont abouti qu'à ce fait : les leucocytes entourent le bacille et l'englobent, mais ils ne peuvent le digérer; le bacille paraît posséder une gaine qui résiste aux efforts des leucocytes et qu'on ne peut mieux comparer qu'à un crabe ou un homard avalé par une pieuvre; et encore celle-ci peut-elle sucer le contenu de la carapace, tandis qu'on n'est pas bien sûr que les leucocytes puissent vider la gaine bacillaire de son contenu. Or, comme toutes les méthodes et procédés de sérothérapie n'ont, je pense, pas d'autre moyen d'action que la production de leucocytes[1] et que ceux-ci, quel que soit leur nombre, ne peuvent attaquer, détruire le bacille dans sa gaine, la sérothérapie restera impuissante contre la tuberculose tant qu'on n'aura pas trouvé un moyen de renforcer l'activité digestive du leucocyte à l'égard du bacille.

Trouvera-t-on cette méthode ou, d'autre part, un médicament capable de détruire le bacille dans l'organisme des tuberculeux, sans nuire au malade? Ces résultats seraient-ils obtenus, que je ne considèrerais pas encore la question comme résolue. En effet, dans la tuberculose, comme dans toute maladie parasitaire, il faut tenir compte de deux éléments aussi indispensables l'un que l'autre à l'éclosion de la maladie : la graine et le terrain. Or, le sérum et le médicament ne visent guère que la graine[2], et, en supposant que tous les bacilles

Fig. 2. — *Sanatorium de Davos (Suisse).*

[1] Cette opinion est loin d'être universellement admise. Les travaux de plusieurs expérimentateurs, notamment ceux de MM. Bouchard, Charrin et de Roger, ont en effet établi qu'indépendamment de son influence sur la production des leucocytes, la vaccination modifie les sécrétions de l'économie, lesquelles exercent alors une action destructive ou neutralisante sur les agents microbiens ou les toxines de ces microbes. (Note de la Direction.)

[2] Cette opinion aussi nous paraît passible d'objection : on sait aujourd'hui que la vaccination chimique modifie l'évolution biologique des cellules de l'économie et, par suite,

qui garnissent le corps d'un tuberculeux soient détruits jusqu'au dernier par le remède, tous ceux qui voltigent dans l'atmosphère et que nous avalons sans cesse reviendront dès le lendemain envahir ce terrain que rien n'a modifié et y recommencer les ravages de leurs prédécesseurs. Le vrai traitement de la tuberculose doit donc s'adresser à la fois: 1° à la graine; 2° au terrain; 3° aux lésions produites par la graine sur le terrain.

Si l'entente est facile sur la graine, on est moins d'accord sur ce qu'il faut considérer comme le terrain propice au développement du bacille, ou *terrain tuberculisable*. Il est bien évident que tout le monde n'est pas apte à contracter la tuberculose. On pourrait même dire, parodiant le mot célèbre de Ricord : Ne devient pas tuberculeux qui veut. Et, en effet, nous respirons tous le même air, souillé des mêmes microbes, et cependant nous ne devenons pas tous tuberculeux. Si, la graine étant la même, celle-ci ne se développe pas dans tous les poumons, c'est que les uns sont favorables et les autres réfractaires à son éclosion. Et pourquoi cela? La théorie de la phagocytose nous permet de répondre : lorsque les microbes pénètrent dans nos tissus ou à la surface de nos muqueuses, ils provoquent immédiatement, au point où ils s'arrêtent, un appel de globules blancs, ou leucocytes, qui leur barrent la route et les empêchent d'aller plus avant. Ceux qui sont dans nos tissus sont englobés, ceux qui sont à la surface des muqueuses sont repoussés, et la lutte continue ainsi entre les microbes pathogènes et les leucocytes et, suivant que la victoire reste aux uns ou aux autres, l'organisme devient malade ou reste sain. Toute la genèse de la tuberculose réside dans ces quelques lignes.

Fig. 3. — *Groupe de quelques-uns des pavillons d'été de l'Adirondack-Cottage Sanatorium (Etat de New-York).*

Pour nous en tenir à la tuberculose pulmonaire, les bacilles inspirés se trouvent, aussitôt après leur arrivée dans le poumon, en présence de leucocytes qui leur opposent une résistance d'autant plus grande et efficace que nous sommes plus robustes. Chez les personnes de bonne constitution, dont les poumons sont sains, les bacilles ne peuvent même pas franchir la muqueuse bronchique : ils sont arrêtés, englobés de mucus fourni par les leucocytes, et rejetés au dehors avec ce mucus. La victoire de l'organisme est d'autant plus rapide que le sujet est plus robuste, d'autant plus douteuse qu'il est plus faible, et c'est chez les personnes de cette

la nature de leurs excrétions, même longtemps après que la substance vaccinante a cessé d'agir et a été éliminée.
(Note de la Direction.)

dernière catégorie que le bacille tuberculeux trouve le terrain le plus favorable à son développement.

Cette catégorie de prédisposés, qu'on a appelés *candidats à la tuberculose*, comprend :

1° Les sujets, quel que soit leur âge, nés de parents tuberculeux, ou diathésiques, ou très âgés;

2° Les convalescents de maladies infectieuses, ceux surtout chez lesquels la convalescence est longue et difficile;

3° Les sujets atteints de maladie aiguë ou chronique des voies respiratoires;

Comme conséquence, le traitement de la tuberculose doit avoir pour but de relever assez les forces de l'organisme pour lui permettre de lutter avec avantage contre le bacille tuberculeux, d'arrêter les progrès de ce bacille et de réparer les lésions qu'il a causées. En d'autres termes, le traitement de la tuberculose pourrait se formuler ainsi : Faire prendre au malade beaucoup de forces et lui en faire dépenser peu.

Examinons les moyens de réaliser cette prescription.

Fig. 1 — *Groupe de quelques-uns des pavillons d'hiver de l'Adirondack-Cottage Sanatorium (Etat de New-York).*

4° Les sujets atteints de maladie constitutionnelle ou diathèse, arrivés à la période de cachexie : alcoolisme, diabète, albuminurie, syphilis, maladies du cœur, des centres nerveux, etc.;

5° Les sujets épuisés par la misère, le surmenage, les excès de tout genre.

Chez tous ces sujets, la leucocytose étant insuffisante comme quantité ou comme qualité, les bacilles finissent par avoir le dessus dans leur attaque contre l'organisme, et par envahir celui-ci. La tuberculose est alors déclarée.

Ainsi considérée, la tuberculose est donc une maladie qui peut se montrer chez tous les sujets épuisés par une cause quelconque suffisamment prolongée.

V

Nous passons rapidement sur le traitement pharmaceutique, — en tête duquel doit encore être placée la créosote, conjointement peut-être avec l'iodoforme, — pour arriver au traitement hygiénique, diététique, c'est-à-dire à la cure par l'*aération*, le *repos* et l'*alimentation* qui doit être la base de tout traitement de la tuberculose.

Dans le récent rapport que MM. Grancher et Thoinot ont rédigé au nom de la Commission chargée de remédier aux inconvénients du séjour des tuberculeux dans les hôpitaux, nous lisons ce passage qui peut être considéré comme la formule exacte de la manière dont il faut agir envers ces

malades, et qui, proposée par M. Roux, a été adoptée à l'unanimité :

« *La meilleure manière de combattre et de traiter la tuberculose, c'est d'isoler le tuberculeux, parce qu'ainsi on évitera la contagion* (pour les autres) *et parce que, dans les hôpitaux spéciaux, les tuberculeux seront dans de meilleures conditions thérapeutiques.* »

Remplaçons, dans cette phrase, les deux mots *hôpitaux spéciaux*, mis pour répondre à la question posée par l'Assistance publique, par celui de *sanatoria* (fig. 1, 2, 3, 4) qui intéresse tous les tuberculeux, et nous aurons ainsi la formule qui convient à tous ces malades; d'autant que « ce mode de traitement, tout en assurant la prophylaxie de la tuberculose et son traitement hygiénique, ne gênera en rien les nouvelles méthodes thérapeutiques. Au contraire, le sanatorium ou le pavillon spécial, en assurant *a priori* le traitement hygiénique qui sera toujours nécessaire, multipliera les chances de guérison par tout autre moyen curateur issu de la pharmacopée ou du laboratoire[1] ».

Cette opinion des médecins les plus éminents et les plus compétents dans la question, est une confirmation éclatante des idées de Brehmer et de Dettweiler, les fondateurs des sanatoria, idées que nous avons soutenues à plusieurs reprises depuis 1893[1], à savoir que, lorsqu'on voudra traiter les tuberculeux avec le plus de chances de succès, il faudra les renfermer dans des sanatoria[2]. Ils y trouveront, en effet :

1° Le séjour dans un air pur, le repos absolu physique et moral, un régime alimentaire et pharmaceutique approprié à leur état morbide, tous éléments capables d'améliorer leur état général et leurs lésions locales[3];

2° Une surveillance assidue qui permet de les mettre à l'abri de leur propre imprudence soit dans leur manière de vivre, soit pendant leur séjour au grand air, en évitant, en particulier, un des dan-

Fig. 5. — *Véranda pour la cure d'air au Sanatorium de Falkenstein.*

[1] Grancher et Thoinot : *Revue de la Tuberc.*, décembre 1896, page 278.

[1] Au Congrès et dans la *Revue de la Tuberculose.*

[2] Voir aussi Moeller (A.) : *Les Sanatoria dans le traitement de la phtisie*, Bruxelles, 1894. — Knopf (S.-A.) : *Les sanatoria, traitement et prophylaxie de la phtisie pulmonaire.* Th. de doct., Paris, 1895. — Léon Petit (E.-P.) : *Le phtisique et son traitement hygiénique*, Paris, 1895.

[3] Voir, pour l'alimentation qui convient aux tuberculeux et qui, avec l'aération, tend à amener la sclérose péribacillaire, processus de guérison de la tuberculose, les articles de M. le Professeur Grancher dans le *Bulletin médical* du 2 décembre 1896 et du 3 février 1897.

gers les plus redoutables pour les tuberculeux : le refroidissement brusque par courant d'air ou coup de vent;

3° La désinfection complète de leurs produits d'excrétion, qui prévient ainsi les infections secondaires de malade à malade et la contagion de malade à personne saine, soit dans les sanatoria, soit dans les habitations voisines de ceux-ci.

Un grand nombre de ces utiles établissements existent déjà à l'Etranger (fig. 1 à 4), en particulier en Allemagne et en Suisse[1]. En France, les efforts faits jusqu'à ce jour pour en construire n'ont guère abouti, du moins dans la plupart des cas, qu'à des insuccès financiers, malgré l'avis favorable du Congrès de la Tuberculose de 1893, qui peut se résumer dans les paroles suivantes d'un des médecins les plus éclairés et les plus compétents dans la question, M. le Dr Hérard, à cette époque président de l'Académie de Médecine et actuellement vice-président du Congrès :

« Dans l'état actuel de la science, le meilleur traitement pour combattre les ravages de la phtisie, aussi bien dans les sociétés civilisées que dans les individus, est basé sur un ensemble de mesures, les unes prophylactiques, les autres curatives.

« D'une efficacité non douteuse, elles n'ont qu'un défaut, c'est d'être d'une application délicate. Elles exigent de la part du médecin une patience à toute épreuve, doublée d'une autorité sans conteste, et, de la part du malade, une confiance absolue alliée à une docilité complète, facilitant le contrôle incessant de tous les actes de la la vie quotidienne. Cette méthode, on ne saurait se le dissimuler, n'est guère applicable, avec fruit, que dans les établissements spécialement organisés pour sa mise en œuvre.

Fig. 6. — *Galerie pour la cure d'air au Sanatorium de Davos (Suisse).*

[1] Voici, d'après le Dr Paul Beaulavon, le dénombrement et la répartition actuelle de ces établissements :

1° *13* en Allemagne : à Gœrbersdoff (il y en a 3 dans la région), à Falkenstein in Taunus, à Ruppertshain (Sanatorium pour les pauvres), à Hohenhonnef, à Reiboldsgrün (Saxe), à Saint-Blasien (Forêt-Noire), à Nordrach (Forêt-Noire), à Badenweiler (Forêt-Noire), à Rehburg (Hanovre) (2 sanatoria), à Brême (Sanatorium pour les pauvres), à Saint-Andreasberg (Hartz);

2° *2* en Autriche-Hongrie : à New-Schmecks et à Alland pour les pauvres ;

3° *4* en Suisse : à Davos, à Arosa, à Leysin, à Heiligen-Schwendi, près de Berne (pour les pauvres);

4° *2* en Amérique : à Saranack Lake (N. Y.) et à Ashville (Caroline du Nord :

5° *1* en Russie : Sanatorium de Finlande;

6° *1* en Norwège : à Tonsaasen;

7° *3* en France : au Canigou (Vernet), à Ormesson et à Angicourt (Oise), ce dernier en construction.

« Il est à souhaiter qu'en France des sanatoria se créent en grand nombre pour le traitement hygiénique des phtisiques payants et que, sur ce point, nous n'ayons plus rien à envier à l'Allemagne et à la Suisse.

« Les documents connus jusqu'ici prouvent que les capitalistes bienfaisants et clairvoyants qui auront su s'associer à cette œuvre d'intérêt public seront largement indemnisés de leurs efforts. Ils auront fait à la fois une bonne affaire et une bonne action en comblant une lacune de notre organisation médicale. »

Où faut-il construire les sanatoria? Dans son discours sur l'*émigration des tuberculeux*, prononcé au Congrès de la tuberculose de 1893, M. Verneuil l'a indiqué en disant que les tuberculeux devaient quitter les villes pour habiter les endroits où l'air est pur, la campagne, la montagne, la forêt, la plaine, le bord de la mer, suivant leur goût et leur tempérament. De là, les sanatoria d'altitude, d'autres moins élevés, d'autres projetés près de la mer, tous, il est vrai, plus ou moins surélevés au-dessus de la plaine voisine, pour trouver un air plus pur.

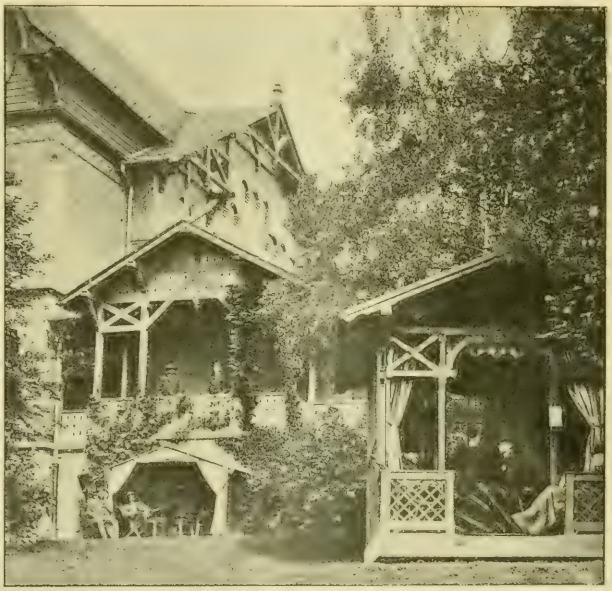


Fig. 7. — *Pavillon tournant pour la cure d'air au Sanatorium de Falkenstein.*

Le grand public sait mal ce qu'est un sanatorium pour tuberculeux. C'est un établissement pouvant contenir une centaine de malades dans des chambres confortables, exposées au midi, ou, pour quelques-unes, au sud-est ou au sud-ouest, lorsque l'établissement comporte deux ailes latérales faisant retour dans ces directions pour l'abriter mieux encore contre les vents d'est et d'ouest. Sa situation est généralement à mi-côte d'une colline ; le terrain doit être sablonneux et sec; autour, des bouquets d'arbres, un bois, une forêt, si c'est possible, comme à Falkenstein (fig. 1), Hohenhonneff, etc.

Ainsi compris, le sanatorium est abrité contre les vents du nord, de l'est et de l'ouest. Des chambres de malades et des pavillons de cure, on jouit d'un horizon étendu égayé par la multiplicité des points de vue.

Au sanatorium sont annexées une étuve à désinfection, une laiterie, une buanderie, etc.

Pour prévenir tout danger provenant des crachats, chaque malade est muni d'un crachoir de poche ; on trouve dans les corridors, dans les allées des jardins, etc., d'autres crachoirs fixes et, à son entrée au sanatorium, chaque malade reçoit la recommandation expresse d'expectorer dans les crachoirs et jamais ailleurs. Au bout de trois infractions à cette règle, il est exclu sans pitié de l'établissement. Chaque crachoir est nettoyé aussi fréquemment qu'il est besoin en le faisant bouillir, contenant et contenu, pendant au moins cinq minutes dans une solution de carbonate de potasse au centième (10 grammes par litre).

On a accusé les sanatoria de pouvoir être des foyers d'infection pour les habitations du voisinage; mais la désinfection de tous les produits tuberculeux y étant minutieusement pratiquée, ce danger ne saurait exister. On ne pourrait les redouter que si les vents transportaient des poussières infectées venant du sanatorium; mais les vents du nord, de l'est et de l'ouest, passant par-dessus le sanatorium, ne sauraient y prendre de poussières, et ceux du sud venant en dernier lieu au sanatorium, ne pourraient, au contraire, qu'y apporter l'infection et non l'y prendre. Le danger, d'ailleurs, n'est qu'illusoire, puisque les produits d'excrétion des tuberculeux qui résident dans le sanatorium sont tous désinfectés. Si cette désinfec-

tion était radicale, on pourrait même aller jusqu'à émettre la conclusion suivante : étant donné que la propagation de la tuberculose a pour cause unique le bacille contenu dans les produits d'excrétion des tuberculeux, on pourrait arriver à l'extinction de ce terrible fléau en réunissant les malades dans des hôpitaux ou sanatoria, où l'on prendrait les précautions nécessaires pour recueillir et détruire ces produits.

Il y a loin de ces utiles établissements aux anciennes léproseries auxquelles on a voulu les comparer. Ils en diffèrent sensiblement par les secours hygiéniques et le bien-être qu'y trouvent les tuberculeux. Et encore ne faut-il pas trop médire actuellement des léproseries. A moins d'ingratitude, les générations modernes doivent avoir une certaine reconnaissance pour ceux qui nous ont débarrassés de la lèpre ; sans doute, les moyens qu'ils ont employés étaient durs, barbares peut-être, mais le but qu'ils se proposaient d'atteindre ne leur permettait guère, à leur époque, d'en employer de plus doux. Autre temps, autres mesures. A nos gouvernants de mettre à profit les données actuelles de l'hygiène. En attendant le vaccin qui doit tuer le bacille de Koch, il faut faire appel à celle-ci, et nulle part elle ne sera mieux appliquée que dans les sanatoria et les hôpitaux spécialement affectés au traitement des tuberculeux.

Tableau II. — Statistique des Sanatoria.

NOMS DES SANATORIA	RAPPORTEURS	MORTALITÉ	GUÉRISONS absolues	GUÉRISONS relatives	AMÉLIORATIONS
Extrait de la Thèse du Dr Knopf.					
Falkenstein. Riches	Dr Dettweiler.	4 à 4,5 %	14 %	14 %	45 %
Falkenstein. Pauvres	Drs Dettweiler et Nahm.		13 %		77 %
Görbersdorf. Brehmer	Dr Achtermann.	7,51 %	25 %		50 à 55 %
Görbersdorf. Römpler	Dr Römpler.	7,50 %	25 à 27 %		50 %
Görbersdorf. Comtesse Pückler	Dr Weicker.	4 %			72 %
Reiboldsgrün	Dr Wolff.	2,5 %			70 à 73 %
Davos	Dr Turban.	4,36 %	40 %		40 %
Hohenhonnef	Dr Meissen.		14,51 %	28,91 %	
Nordrach	Dr Walther.		30 %		65 %
Halila (Finlande), pour les pauvres	Dr Gabrilowitch.	13,5 %	36,7 %		33 %
Canigou	Dr Sabourin.		43,8 %		
Adirondack-Cottage Sanatarium	Dr Trudeau.		20 à 25 %		30 à 35 %
Winyah (Asheville N. C.), Etats-Unis	Dr von Ruck.	4 %	22,64 %		42,47 %
Complément.					
Leysin	Dr Lauth.	24,4 %	22,7 %		30 %
Rehburg	Dr Burnier.	17,2 %	11,3 %		58,2 %
Ventnor	Dr Tornspeck.	28 %	10 %		32 %
		8,5 %	16,4 %		65,4 %

VI

Exposons maintenant, en quelques lignes, la manière dont s'effectue le traitement par la cure d'air dans les sanatoria types, en particulier à Görbersdorf, Falkenstein, Hohenhonnef, Leysin, Davos, et, en France, dans les pavillons du Vernet.

La cure d'air et de repos se pratique soit dans des galeries communes (fig. 5 et 6), soit dans des pavillons pouvant contenir un ou plusieurs malades (fig. 3, 4 et 7).

La galerie de cure d'air se trouve, en général, au rez-de-chaussée, en avant du sanatorium, exposée au midi ; elle a environ trois mètres de largeur et trois ou quatre mètres de hauteur ; elle est recouverte par un toit à double paroi pour éviter autant que possible, l'échauffement de l'air. Dans certains endroits la couverture supérieure est en paille, dans d'autres, comme à Hohenhonnef, elle est en zinc, mais il règne, le long de son bord supérieur, attenant au mur du sanatorium, une conduite d'eau percée de petits trous qui laissent échapper une nappe d'eau destinée à rafraîchir en été cette couverture.

La galerie s'étendant tout le long de la façade est coupée suivant son étendue en plusieurs parties par des cloisons légères et formant autant de chambres susceptibles de renfermer une dizaine de malades. Chacune d'elles est garnie, du reste, de rideaux mobiles pouvant être tirés pour préserver les malades du soleil ou du vent.

Chaque malade a une chaise longue, et, près de lui, une table de nuit sur laquelle sont les divers objets qui peuvent lui servir : vases, crachoir, livres, etc. Chaque chaise-longue est garnie de matelas, oreillers, couvertures, édredon même, etc. Suivant la température ou la sensibilité du malade au froid, on lui met aux pieds des boules d'eau bouillante. Peu importe que l'air qu'il respire soit

froid, puisque la cure d'air peut se faire aussi bien en plein hiver qu'en été, dans le même sanatorium; mais il importe beaucoup d'éviter l'impression du froid sur la peau. Il faut donc que le corps, y compris la tête, soit bien couvert.

Au contraire, il faut également éviter que les rayons du soleil arrivent directement sur le corps, la tête en particulier. Suivant l'heureuse expression de Daremberg, « il faut être caressé, mais non mordu par le soleil ».

De même dans les promenades, il faut, autant que possible, éviter de se mouiller les pieds, et, si cela arrive, changer de chaussures le plus tôt possible; ne pas sortir par le grand vent; quand le soleil est ardent, avoir un parasol pour s'en garantir.

La cure d'air comprend aussi l'aération permanente des chambres pendant la nuit, les fenêtres étant ouvertes largement ou garnies de rideaux ou de persiennes qu'on peut fermer plus ou moins, suivant les indications.

L'efficacité de cet ensemble de mesures semble aujourd'hui attestée par les résultats obtenus dans le sanatoria. Bien qu'une statistique valable des guérisons n'existe pas encore, du moins à notre connaissance, il n'est pas douteux que beaucoup de phtisiques ont été, par le traitement au sanatorium, ou guéris sinon radicalement, du moins en apparence ou sensiblement améliorés. Les relevés que nous possédons à ce sujet ne permettent pas encore d'établir un départ absolument tranché entre ces deux catégories, pour la raison qu'il est très difficile de décider si tel ou tel malade bénéficie, en réalité, d'une guérison *complète*. Néanmoins, de la discussion des cas à laquelle M. le Dr Beaulavon s'est récemment livré à ce sujet[1] ressortent les précieux enseignements que résume le tableau II ci-joint. Ce tableau montre clairement l'influence bienfaisante de la cure dans des établissements spécialement aménagés pour assurer une bonne hygiène au phtisique.

Il est bien évident, d'ailleurs, que les chances de guérison sont d'autant plus grandes que le mal est moins avancé. Aussi ne saurait-on trop insister sur l'énorme importance du diagnostic précoce de la tuberculose. Toute découverte qui facilitera la prompte reconnaissance de la maladie, aidera puissamment à la guérir.

VII

A côté des *sanatoria* destinés aux phtisiques, il faut citer les dispensaires spéciaux, notamment les hôpitaux marins, institués pour le traitement hygiénique des tuberculoses locales. L'*Œuvre* dite des *Hôpitaux marins*, fondée par le Dr Jules Bergeron parallèlement à l'*Œuvre de la Tuberculose* et en conformité de vues avec elle, a construit, sur le modèle de l'hôpital de Berck, des établissements situés au bord de la mer et où sont surtout traités des enfants scrofuleux, mais non phtisiques : il y a actuellement, en France, des hôpitaux de cette sorte, bien aménagés : à Berck, Pen-Bron, Banyuls, Giens, Cap-Breton, Saint-Pol-sur-Mer, Arcachon et Saint-Trojan.

Nous ne saurions entrer dans la description de ces utiles fondations, ayant surtout voulu indiquer le sens et l'esprit des mesures actuellement prises contre la maladie générale qu'engendre chez tant de malheureux le bacille de Koch.

Dr L.-Henri Petit,
Secrétaire général de l'Œuvre et des Congrès de la Tuberculose.

[1] Dr Beaulavon, *Traitement de la Tuberculose pulmonaire dans les Sanatoria* (Thèse de Doctorat). Paris, 1896.

LA MÉTHODE SCIENTIFIQUE EN COMMERCE ET EN INDUSTRIE

Dans son très intéressant article du 30 décembre dernier sur la Féculerie française[1], M. Laze a fait ressortir la supériorité de l'organisation industrielle allemande. Il a signalé, notamment, l'esprit d'association et ses conséquences, la coopération de l'Ingénieur et du Savant, la place considérable occupée dans l'usine allemande par les élèves sortant des écoles techniques, l'utilisation rationnelle des déchets de fabrication, l'application des méthodes si modernes de la micrographie ; en un mot, l'alliance féconde de la théorie et de la pratique, remplaçant l'esprit d'antagonisme absurde qui les sépare trop souvent chez nous.

Une note de la Direction a souligné ces remarques, en adjurant nos industriels français d'en faire leur profit. Cet appel est d'autant plus justifié que les constatations de M. Laze s'appliquent à l'ensemble du mouvement économique en Allemagne. Il a fort bien vu le cas particulier, mais la *méthode* est générale et suffit à expliquer les succès croissants remportés par nos adversaires.

Il est une branche de l'industrie moderne où les résultats de la méthode scientifique éclatent aux yeux même les moins attentifs : c'est la Chimie industrielle. Si nous prenons comme exemple la fabrication des dérivés du goudron de houille, nous constaterons que l'Allemagne en produit les trois quarts (pour 90 millions de francs sur une pro-

[1] L. Laze : L'état actuel de la Féculerie en France, dans la *Revue gén. des Sciences* du 30 décembre 1896.

duction totale de 125 millions dans le monde entier), alors que nous n'en fabriquons guère que 1/15e (8 millions, la moitié de la production *suisse*). Et encore faut-il remarquer avec M. Lauth[1] que, dans ces huit ou neuf millions produits en France, une part importante revient à des manufacturiers allemands établis sur notre territoire.

Les motifs de cette infériorité désolante ont été trop magistralement exposés dans la *Revue générale des Sciences* par MM. Haller[2] et Moissan[3] pour qu'il soit nécessaire d'y revenir longuement. Ils se résument en un gigantesque malentendu, qui existe souvent en France entre les « savants » et les « praticiens ». Les premiers se drapent orgueilleusement dans leur manteau de « Science pure », tandis que les seconds raillent impitoyablement ceux qu'ils traitent de songe-creux et de coupeurs de cheveux en quatre.

Ce sont là des habitudes d'esprit désastreuses. Il n'y a pas deux sciences, il n'y en a qu'une. Le professorat est stérile, s'il n'est pas accompagné de recherches pratiques, et celles-ci n'ont, de leur côté, aucune chance d'aboutir, si elles ne sont pas guidées par des considérations théoriques. C'est ce que fait remarquer M. Moissan en disant que l'Allemagne, pour battre ses rivales, « a organisé chez « elle la recherche chimique. Elle l'a organisée « méthodiquement, ajoutait-il, comme tout ce « qu'elle entreprend, avec persévérance, avec con- « tinuité[4] ».

S'en suit-il que l'enseignement théorique en ait souffert chez elle? Bien loin de là, car, suivant la parole, si hautement autorisée, de M. Berthelot, « nulle science peut-être plus que la Chimie ne manifeste la nécessité de cet accord constamment renouvelé entre la pratique et la théorie ».

Cette nécessité, pour être moins évidente, n'est pas moins réelle dans le Commerce lui-même que dans les industries chimiques; c'est pour l'avoir compris que les Allemands sont en train d'édifier leur fortune commerciale sur des bases solides. Il semble utile d'indiquer ici quelques traits de l'esprit tout scientifique qui les anime.

I

La Science dispose, pour se guider dans la recherche de la vérité, de deux modes de raisonnement distincts, dont il faut bien se pénétrer et dans lesquels rentrent tous les autres.

Le premier consiste à passer du particulier au général, du fait complexe aux lois simples qui le régissent, c'est le procédé de l'*induction* — c'est aussi l'*analyse*.

Mais avec quel soin ne faut-il pas l'appliquer! Il faut se défier du premier mouvement intuitif, à la française, et ne pas songer à saisir d'emblée les principes qui doivent nous fournir la solution d'une question. Souvent l'intervalle entre le fait particulier et la loi générale dont il relève, est immense. « Prétendre franchir cet intervalle d'un coup, nous dit Descartes dans une comparaison saisissante, c'est vouloir s'élever au faîte d'une tour en négligeant l'escalier destiné à cet usage ».

C'est un Français qui nous donne ce conseil de sage prudence, ce sont des Allemands qui le suivent.

Prenons un exemple. A Manille, aux îles Philippines, un consul signale le goût du luxe et la possibilité pour nos commerçants de l'utiliser. Ceux-ci, ayant, par hasard, lu le rapport consulaire, expédient, sans autre examen, des cargaisons d'objets d'art, du goût le plus sobre, le plus parfait, et fort chers. La curiosité aidant, la vente marche quelques mois, puis tombe à plat devant une concurrence écrasante d'objets allemands tout différents.

Que s'était-il passé? C'est bien simple.

Les Français, du premier coup, avaient prétendu escalader la tour.

Bas de la tour : les créoles aiment le luxe.

Sommet de la tour : donc ils aiment le beau.

Conclusion : Envoyons ce que nous avons de plus beau.

Résultat : On ne vend rien.

Tout autre est le procédé de l'Allemand. Il monte l'escalier pas à pas, sans se presser, en regardant à ses pieds et autour de lui. Suivons-le.

Ces gens-là aiment le luxe, dit-il. Oui, mais ils ne sont pas très riches, la crise de l'argent les gêne. Ils ne sont pas très instruits, leur éducation artistique laisse à désirer. Dans ce pays vaniteux, on aime le clinquant, les choses brillantes, voyantes. On a chance de vendre, non ce qui est beau, mais ce qui le paraît sous cette latitude et ce qui ne coûte pas trop cher.

Conclusion : Envoyons de la marchandise dorée, à bon marché, faisant de l'effet, avec un bon commis-voyageur pour agir sur la vanité créole.

Résultat : Le bronze de Barbedienne ne se vend pas, mais on s'arrache la pendule en zinc doré.

Voulez-vous autre chose? Cherchez à suivre le travail de nos « honorables ». Chacun d'eux reconnaît qu'il y a des réformes à faire, constate des effets navrants, mais la « furia francese » lui défend de les analyser patiemment, de remonter, de proche en proche, jusqu'aux causes lui permettant d'aboutir, après des années d'étude, peut-être, à la loi réformatrice.

---

[1] *Revue Scientifique* du 9 janvier.

[2] A Haller : La lutte des nations sur le terrain de l'Industrie chimique. (*Revue gén. des Sciences* du 15 juillet 1894.)

[3] H. Moissan : Le rapport de M. Haller sur l'Industrie chimique à l'Exposition de Chicago. (*Revue gén. des Sciences* du 15 novembre 1894.

[4] H. Moissan : *Loc. cit.*, p. 829.

Allons donc, c'est trop long ! Il vaut bien mieux avoir le coup d'œil de l'aigle ou le « flair de l'artilleur » et chacun y va de son petit projet de loi. Si ce projet ne vaut rien, on essaiera d'un autre. Et l'on va ainsi d'essai en essai, ou plutôt d'échec en échec, « comme quelqu'un, dit encore ce bon Descartes, qui serait possédé d'un si furieux désir de découvrir un trésor, qu'il irait errant par tous les chemins pour voir si, par hasard, quelque voyageur n'en aurait pas laissé un. »

Nous apprécierions peu le médecin qui prétendrait essayer sur nous, au hasard, toutes ses drogues, jusqu'à ce qu'il fût tombé sur la bonne. Mais il paraît qu'en matière politique ou commerciale, c'est admis.

II

Passons maintenant au deuxième mode de raisonnement scientifique. Des lois simples étant données, on *déduit* leurs résultats complexes, on redescend de la cause à son effet, c'est la *déduction*. C'est aussi, d'après la définition de Newton, la *synthèse*, qui fait avec des corps simples un composé. C'est le procédé inverse de l'analyse, d'autant plus délicat à employer qu'il semble plus facile.

Un Français du bon vieux temps faisait part au Roy d'une mirifique découverte pour enrichir le pays. « Loi générale : Les grands ports font la fortune d'un royaume. Déduction : Chaque port fait la fortune d'une région. Conclusion : *Créons des ports tout le long de nos côtes.* »

Ne riez pas. On a tranquillement appliqué, vers 1879, la méthode préconisée, il y a quelques centaines d'années, par ce vieux fou de comédien. Chacun connaît le résultat.

En somme, pour reprendre la comparaison de Descartes, on redescend plus lentement du sommet de la tour en prenant l'escalier qu'en se jetant en bas, mais c'est plus sûr.

Voyons comment, dans le cas actuel, les Allemands ont résolu la question.

Les grands ports font la fortune d'un pays. A la condition d'être *grands*. Que faut-il à un port pour être grand ? Drainer beaucoup de marchandises. Avoir un rayon d'action étendu, une zone d'influence considérable. Etre un point d'arrivée et de départ, non seulement pour les marchandises chères, les denrées de grande vitesse, mais aussi pour les produits lourds et encombrants, servant à remplir les grandes cales. Il faut donc rechercher les points où aboutissent les lignes de grand trafic, où peuvent converger, non seulement les voies ferrées, mais aussi les voies navigables, portant les produits agricoles et de grosse industrie.

Voilà le raisonnement patient de l'Allemand. Dans l'application, il examine sa côte, dresse, pour les points intéressants, des cartes mathématiques de *zones d'influence*, tant au point de vue des chemins de fer qu'au point de vue des rivières et canaux. Puis, lorsqu'il a trouvé un point qui commande un « hinterland », un arrière-pays considérable, il ne s'en tient pas là ; il examine la valeur de cet « hinterland ». Si ce sont des steppes ou des déserts, leur dimension importerait peu. Il faut donc étudier la valeur agricole, commerciale et industrielle de la zone commandée par le port projeté.

Tout cela fait, on marche à coup sûr. Inutile de lésiner sur les millions, on est certain du résultat : mathématiquement on rentrera dans ses fonds. Dès lors, au lieu d'éparpiller la dépense sur des points arbitrairement désignés et pour des considérations électorales, on agit par grandes masses, en des points bien choisis, on y verse des centaines de millions, mais on crée Hambourg, on ressuscite Brême.

Le succès était certain parce qu'on a, en réalité, respecté la théorie du moindre effort, de la moindre dépense. Tandis que nous appliquions celle des petits paquets semés au hasard de la fantaisie politique, l'Allemand a fait des mathématiques. Il ne peut se tromper : la méthode est infaillible ; l'homme qui l'applique peut seul être faillible ; lorsqu'on vous signalera un mécompte, soyez sûr qu'il y a eu faute de calcul, que la méthode a été mal appliquée, qu'ayant, par exemple, à étudier une fonction à plusieurs paramètres variables, on en a négligé un ; c'est l'erreur la plus fréquente, celle qui, dans l'exemple considéré plus haut, eût consisté à n'envisager que la surface de l' « hinterland » sans rechercher sa puissance de production.

III

Quoi qu'on en ait pu dire, cette méthode scientifique d'induction et de déduction, d'analyse et de synthèse peut s'appliquer à toutes les branches du travail humain ; il suffit à celui qui veut s'en servir de marcher pas à pas et de n'avoir ni parti pris, ni cette négligence du détail que nous affectons trop volontiers en France. C'est pourtant le détail, complexe et déconcertant, qui, bien analysé, peut nous permettre de remonter aux lois simples et logiques, dont il n'est que l'effet. Seulement, on ne doit pas aller trop vite, et il faut, de temps en temps, avoir la prudence de vérifier les opérations, soit par des expériences pratiques, comme dans toutes les sciences naturelles, soit même par de simples raisonnements, en profitant de ce que l'analyse et la synthèse, opérations inverses, peuvent se contrôler mutuellement, comme la multiplication et la division. En d'autres termes, il faut *faire la preuve*.

« Pour favoriser le commerce et l'industrie, il faut réduire au minimum les frais de transport des marchandises. » Voilà une loi générale, simple et indiscutable. Cherchons à en déduire les conséquences. Les moyens de transport modernes sont, par excellence, les chemins de fer. Il semble donc, à première vue, que plus on réduira les tarifs de chemins de fer, plus s'augmentera l'activité industrielle et commerciale du pays.

Cette déduction, peut-être hâtive, demande à être vérifiée par le procédé inverse. Supposons les tarifs réduits à l'excès. Les chemins de fer feront des pertes qui retomberont sur l'Etat, soit qu'il gère lui-même, comme en Allemagne, soit qu'il garantisse l'intérêt, comme en France. Conséquences : impôts nouveaux, *dont une partie absorbée par les frais de perception.* Donc charges sur le commerce et l'industrie *plus fortes* que le dégrèvement produit par la diminution des tarifs.

Résultat absurde. L'opération est fausse. Reste à chercher où elle est vicieuse. Les chemins de fer sont pourtant bien le moyen de transport moderne. Oui, s'il s'agit de grande vitesse et de marchandises chères. Non, s'il s'agit de matières premières lourdes et pouvant supporter de longs délais. Dans ce cas, c'est la voie navigable qui peut et doit remplacer la voie ferrée, nullement comme une ennemie, mais comme une auxiliaire précieuse, qu'il faut créer, si elle n'existe pas.

C'est alors qu'on arrive au système allemand, où le ministre des chemins de fer demande *lui-même* la création d'un canal, pour débarrasser ses lignes d'un transport ruineux de matériaux encombrants. La solution se dégage, très nette :

Aux chemins de fer les matières ouvrées, aux canaux les matières premières. Résultat : augmentation de production dans les usines, recevant à bas prix les marchandises à transformer. Celles-ci, après fabrication, viennent alimenter le trafic des chemins de fer à des prix acceptables. La diminution dans leur prix de revient permet une pénétration plus lointaine, augmente le rayon d'action de l'usine et procure ainsi à la voie ferrée, en même temps qu'un accroissement de tonnage, une augmentation du parcours kilométrique. Tous les intérêts en jeu sont satisfaits. Cette fois l'opération est juste.

Nous avons vu, par les exemples ci-dessus, comment doivent s'employer les deux modes de raisonnement scientifique. Avant d'aller plus loin et d'examiner le parti que les Allemands ont su en tirer pour le développement de leur richesse économique, il semble utile de résumer les quelques règles auxquelles on doit s'astreindre pour réussir dans l'application de la méthode.

Tout d'abord nous ne saurions assez répéter que la méthode synthétique, celle qui consiste à prendre plusieurs lois générales et simples pour en déduire l'effet particulier et complexe, doit être employée avec la plus grande prudence. Par cela même qu'elle est plus séduisante, plus facile en apparence, elle peut être plus trompeuse, si on veut raisonner trop vite. Avant d'essayer de prévoir l'effet particulier que pourra avoir telle ou telle loi générale, il faudra se préoccuper, tout d'abord, de savoir si *d'autres lois* ne viennent pas influer sur le résultat dans le cas spécial qu'on envisage. Si l'on omet, dans le calcul d'un résultat, une des lois naturelles qui y concourent, l'opération sera sûrement fausse. La difficulté, on le voit, est très grande : c'est celle des raisonnements *à priori*, où l'on risque de ne pas tenir compte de tous les éléments du problème. Il faut donc prendre les précautions les plus minutieuses pour se mettre à l'abri d'une déduction trop hâtive, puis, une fois les conclusions obtenues, essayer de les vérifier par le raisonnement, c'est-à-dire, supposant le résultat calculé vrai, essayer d'en faire la preuve en remontant aux prémisses par le procédé inverse. Enfin, toutes les fois que ce sera possible, il faudra proprocéder expérimentalement et voir si le résultat obtenu par de petites expériences pratiques concorde bien avec celui que prévoyait le raisonnement. Alors seulement on pourra, avec certitude, appliquer largement les résultats de la déduction.

Passons maintenant à l'autre mode de raisonnement, à la méthode analytique, qui, des faits particuliers, cherche à remonter aux lois générales par voie d'induction. Pour arriver à découvrir ces lois, le procédé sûr consiste à réunir le plus grand nombre possible de faits particuliers, à les étudier patiemment, en tenant compte de leurs moindres détails et s'efforçant de n'en négliger aucun, puis à les grouper méthodiquement, suivant les analogies et les différences qu'on aura pu découvrir. C'est la méthode, chère aux esprits lents et laborieux, des fiches et de la *classification.* Elle est peu brillante, mais sûre. Un bon classement de faits consciencieusement étudiés fera presque toujours ressortir la ou les lois simples, dont ils ne sont que l'effet, la *résultante.* Une vérification rapide par le raisonnement inverse, ou synthétique, suffit, en général, pour faire la preuve des lois ainsi trouvées, qui pourront alors servir à formuler des règles de conduite générales. Dans ce cas encore, une vérification expérimentale est toujours désirable, si possible.

IV

Telles sont les grandes lignes de la méthode qui n'est pas plus allemande que française, mais que nos concurrents ont employée avec succès. Essayons

de résumer rapidement leurs procédés et les résultats obtenus.

Nous ne parlerons pas de l'action gouvernementale, cela nous entraînerait dans le domaine politique. Bornons-nous à constater, qu'en pareil cas la première des théories à appliquer serait celle du moindre effort et de la moindre dépense et, au point de vue législatif, l'observation stricte des méthodes de raisonnement indiquées plus haut, sans se laisser guider par des considérations électorales ou des influences particulières.

Mais quittons ce terrain brûlant pour examiner la méthode des commerçants allemands, qui semble résumée dans ce précepte de l'Anglais Bacon : « On ne commande à la Nature qu'en se soumettant à ses lois. » Un Français, Descartes, et un Anglais, Bacon, tels sont les maîtres dont ils ont suivi les préceptes.

L'Allemand commence par étudier le milieu où il compte opérer ; pour se soumettre aux lois de ce milieu, il faut les connaître, ensuite tout sera facile, car *savoir c'est pouvoir*, a encore dit Bacon. Aussitôt qu'il connaît les lois d'un débouché, c'est-à-dire les goûts de la clientèle, ses besoins économiques, ses habitudes commerciales, ses moyens financiers, l'Allemand y adapte ses marchandises, comme qualité et prix, comme apparence, etc... ; il traite directement ou par intermédiaires, s'affiche ou s'insinue, vend au comptant et à petits bénéfices ou à longues échéances en se réservant une marge. Bref, il comprend l'impossibilité d'appliquer les mêmes règles immuables en Chine ou aux Etats-Unis, en Europe ou aux antipodes. Il se *soumet* aux lois commerciales et ne tarde pas ainsi à *commander* au commerce.

Il recherche, dans les pays sur lesquels il a jeté son dévolu, les grands courants commerciaux et les centres de répartition; il établit ses lignes de navigation en conséquence.

Chez lui, il fait concourir ses voies ferrées et ses lignes d'eau à la prospérité de quelques grands ports d'exportation, habilement choisis d'après les règles que nous avons examinées plus haut. Enfin, ses fabriques n'ont d'autre préoccupation que de satisfaire le goût et les besoins du consommateur. On ne cherche pas à découvrir des clients pour un produit déterminé, mais bien à inventer des produits qui puissent convenir à une clientèle donnée. Contrairement à ce que nous voyons trop souvent en France, *c'est le commerce qui commande et l'industrie qui obéit.*

Mais le commerce est un maître difficile, souvent capricieux ; il faut une extrême souplesse pour le satisfaire. D'où l'organisation toute spéciale des usines allemandes :

1° Petits états-majors administratifs, qui n'ont qu'à se soumettre aux ordres des grands organismes de vente, dont nous dirons un mot tout à l'heure;

2° Services techniques largement développés pour satisfaire à tous les besoins, à toutes les volontés de l'acheteur, s'ingénier à fabriquer un produit d'une apparence ou d'un prix déterminés, utiliser les déchets, étudier des formes ou des combinaisons demandées, etc., etc.

C'est ainsi que, dans des usines chimiques, on trouve des laboratoires d'études et de « recherches » employant jusqu'à soixante ou quatre-vingts chimistes [1]. Dans des usines de construction mécanique, des armées de dessinateurs techniques s'occupent à étudier et combiner des modèles au gré des besoins ou même des fantaisies de tel ou tel pays.

Enfin, le personnel inférieur d'exécution n'est pas l'objet de moins de soins intellectuels que le personnel supérieur d'études. Il faut que l'ouvrier de métier soit instruit pour ne pas entraver, par un esprit de routine, les innovations des bureaux techniques. On y gagne aussi d'autres avantages. Un ouvrier sachant bien son métier, l'aime presque toujours; il travaille mieux et plus vite, et peut être payé en conséquence. En industrie, c'est encore moins la modicité des salaires qu'il faut rechercher que l'accroissement de la production individuelle. Le « rendement humain » est aussi important que le rendement mécanique. C'est l'école technique, l'école de contre-maîtres, d'ouvriers, qui peut seule donner ce résultat; elle est aussi la meilleure défense contre la grève. Bien rarement les ouvriers *de métier*, les intellectuels, se mettent en grève; ce sont plutôt les manœuvres, gagnant peu et n'ayant pas d'autre moyen de défendre leurs intérêts.

Aussi l'école occupe-t-elle une large place chez nos voisins. Mais, du haut en bas de l'échelle, c'est l'école *pratique* qu'ils ont cherché à développer. La culture générale, sans application immédiate, doit être réservée à des individualités exceptionnelles, se destinant au professorat, aux études transcendantes; pour l'ensemble des élèves, il faut venir rapidement aux faits, à la spécialisation, à l'enseignement technique, qui leur donne le goût et le respect du travail. Est-ce à dire que la culture générale soit méprisée? Bien loin de là, mais elle est un *complément*. Si le commerçant formé par la *Handelsschule*, l'ouvrier de métier sorti de l'*Arbeiterschule*, ou l'ingénieur, chimiste ou mécanicien, instruit dans les instituts techniques, veulent être édifiés sur les beautés du siècle de Périclès ou ini-

[1] M. Caro, aujourd'hui administrateur de la Badische Anilin und Soda Fabrik, nous a dit avoir eu sous ses ordres quatre-vingts chimistes lorsqu'il dirigeait les recherches et le contrôle de fabrication de ce grand établissement. Ce personnel a été plutôt accru depuis quelques années.

(Note de la Direction.)

tiés aux mystères de la philosophie Kantienne, les cours d'adultes abondent et les bibliothèques sont richement dotées. Mais cette instruction supérieure vient, par surcroît, affiner le cerveau d'hommes utiles, de travailleurs pratiques, orner leur esprit, élargir le champ de leurs recherches, au lieu d'être prodiguée aveuglément à des enfants, qui n'y voient que de vagues formules et risquent de constituer ainsi des générations de rêveurs mécontents ou de déclassés.

V

C'est grâce à ce système qu'on évite, en Allemagne, l'antagonisme entre la science *pure* et la science industrielle. Toutes deux sont liées et se prêtent un mutuel concours. Le savant enrichit l'industriel, et celui-ci, par reconnaissance et par intérêt, dote largement, royalement, les bibliothèques, les laboratoires, les Universités, dont il est le premier à tirer parti. Souvent même, le savant et l'industriel ne font qu'un; les grands chimistes, les grands physiciens, sont directeurs d'usines et consacrent une partie de leurs bénéfices à poursuivre des recherches nouvelles.

Cette association intime de la science et de ses applications, du professeur et de l'industriel, est féconde en résultats : elle n'est qu'un des mille aspects du régime d'unions, auquel l'Allemand est arrivé scientifiquement et qui forme aujourd'hui le trait distinctif de son organisation économique.

L'association est née en Allemagne de l'étude logique des nécessités commerciales modernes. Pour réussir à placer leurs produits, les commerçants ont besoin d'être représentés au dehors; en même temps qu'ils font visiter leurs clients étrangers, ils doivent être renseignés très complètement sur la solvabilité des acheteurs et sur le crédit qu'on peut leur accorder. Tout cela entraîne une organisation très coûteuse, que bien peu de maisons particulières sont en état de payer. En outre, pour faire les longs crédits nécessaires dans un grand nombre de pays et pour renouveler, au besoin, les délais consentis à certains bons clients momentanément gênés, enfin pour supporter les pertes causées parfois par des ouvertures de crédit malheureuses, il faut une puissance financière que des maisons isolées atteignent bien rarement. Ces considérations ont conduit les Allemands à former leurs grandes *Sociétés d'exportation*. En France nous pratiquons l'individualisme à outrance; en Allemagne, c'est la collectivité qui l'emporte. Notre esprit individualiste ne date pas d'hier, et il suffit de monter en chemin de fer pour voir chaque voyageur français préoccupé d'être bien seul dans sa petite boîte roulante; ce n'est pas chez nous qu'on a inauguré les wagons à couloirs et les trains à intercommunications! Un publiciste de beaucoup de talent, M. Depasse, citait dernièrement, dans une Revue, l'opinion de Colbert, raillant « ces Messieurs de Marseille, qui veulent avoir chacun son petit bateau ». C'est encore le défaut de tous les Français, à la fin du XIXe siècle. Nos voisins se réunissent pour avoir de grands bateaux en commun. Au besoin ces bateaux forment des expositions flottantes, allant de port en port montrer les produits fournis par les syndiqués, conclure de grosses affaires et exécuter, séance tenante, les petites commandes[1].

C'est le raisonnement qui les a conduits à condamner la devise « chacun son petit bateau », et l'expérience a vérifié les résultats du calcul. Dès lors ils n'hésitent plus, la loi est générale, on l'applique largement et partout.

En commerce, on se syndique, le plus souvent par régions, pour résister aux pertes, couvrir l'étranger d'un réseau de représentants, de comptoirs, de bureaux de renseignements. Tout cela est centralisé, classé au siège social, pour le plus grand profit des associés.

En industrie, on s'associe entre usines similaires, au lieu de se faire une guerre ruineuse. On met ainsi en commun une foule de frais généraux; les services techniques peuvent être unifiés et disposer de moyens d'autant plus puissants. On a souvent dit qu'en industrie l'avantage est au dernier venu, qui profite des « écoles » faites par ses prédécesseurs et que c'était un peu le cas des Allemands. Mais l'association permet à tous les syndiqués de profiter de l'expérience de chacun d'eux; le service technique examine chaque erreur, en tire des conséquences, des améliorations que tous les membres du « cartell » s'empressent d'appliquer. On va plus loin encore et l'on met en commun les services commerciaux, de vente des produits, d'achats des matières premières. Il en résulte des économies considérables; en outre, les tarifs de transports, d'emballage, etc., sont examinés et améliorés. Parfois même, les associés n'ont qu'un seul bureau de réception des commandes, qui répartit les ordres usines au mieux de l'outillage spécial de chacune des et s'efforce d'économiser sur les transports mêmes, en choisissant, autant que possible, le producteur le plus voisin du client.

VI

Tout cela n'est pas imaginé pour les besoins de la thèse ; c'est la réalité même ; il suffira, pour s'en

[1] Ces bateaux, sortes de bazars ambulants, longent notamment les côtes occidentales de l'Afrique, font escale devant les estuaires ou même pénètrent dans l'embouchure des fleuves et en remontent le cours navigable ; les indigènes des contrées voisines y abordent en pirogue et viennent s'y approvisionner. Plusieurs de ces navires se rendent, en outre, en Asie et dans l'Archipel Malais.

(NOTE DE LA DIRECTION.)

assurer, de lire les rapports de notre Chargé d'affaires à Berlin, publiés par le Ministère du Commerce français.

Il est nécessaire que les commerçants et les usiniers français soient instruits des méthodes qui permettent à leurs adversaires de l'emporter sur un trop grand nombre de points. Rien ne nous empêche d'appliquer, à notre tour, ces moyens en les adaptant à notre génie national, en utilisant notre ingéniosité, notre goût naturel, notre vivacité, et toutes ces qualités brillantes qui font défaut à nos voisins. Nous avons sur eux un avantage commercial énorme, celui de la *marque*. Ils se sont trop préoccupés du bas prix et ont souvent sacrifié la qualité; sur ce point notre réputation est intacte, à nous d'en profiter.

Constituons, comme nos voisins, ces groupements puissants, qui ont fait écrire à un consul d'Amérique que l'Allemagne était « un Etat d'Unions ». Comme eux, aussi, concluons des ententes entre exportateurs, producteurs et transporteurs. Il faut désormais que les Compagnies de chemins de fer se mettent en rapport avec les Syndicats pour adopter des tarifs logiques, étudiés scientifiquement, ayant un but bien déterminé.

Puisque nous venons de parler d'un consul d'Amérique, notons que le mouvement d'association se produit également aux Etat-Unis, plus bruyamment même qu'en Allemagne. Mais il n'a pas le même caractère, parce qu'il n'a pas le même but. Presque toujours l'Américain n'y voit qu'un syndicat d'accaparement, de monopole. C'est une conséquence du régime économique de protection *à outrance*.

Ce sont les tarifs Mac-Kinley qui produisent les *corners* des spéculateurs. Ceux-ci ne visent que le marché intérieur, tellement protégé que l'influence régularisatrice de la concurrence ne peut s'y faire sentir. C'est le jeu normal de la concurrence et de l'association, se faisant contre-poids, qui doit être la loi économique moderne, comme le dit très bien M. Paul Dubois, dans un récent numéro de la *Revue des Deux Mondes*. Si les associations allemandes sont surtout des organismes conçus en vue de l'exportation, de la réduction des frais généraux et, par suite, des prix de vente eux-mêmes, cela tient au régime, plus modéré, des traités de commerce.

Il est utile de faire ressortir la différence profonde entre les deux phénomènes. C'est le mouvement allemand qui est le plus intéressant des deux et le plus *vrai*, parce qu'il se produit dans un milieu plus normal, moins artificiel.

VII

Partout, en Allemagne, le mouvement des trusts, des cartells, des associations se fait sentir : Sociétés de prévoyance, de production ou de consommation, ouvrières ou patronales, d'enseignement, de secours mutuels; Écoles techniques, gérées par des ouvriers mineurs, des ouvriers tisseurs, et formant des générations de travailleurs instruits et habiles, etc., etc., tout cela se crée chaque jour.

Enfin, prenons-y garde, voici le dernier danger et le plus grave : l'Agriculture elle-même entre dans ce mouvement moderne. Trop longtemps, chez nous, on s'est moqué des « agriculteurs en chambre »; aujourd'hui ce sont eux qui l'emportent sur les soi-disant praticiens. Analyse chimique des terres, recherche systématique des amendements nécessaires pour y faire telle ou telle culture, choix des modes et natures de culture, amélioration des plants et des graines par les méthodes de sélection naturelle et d'adaptation au milieu, telles sont les règles de l'Agriculture moderne. Là encore, savoir c'est pouvoir et, pour dominer la Nature, il faut se soumettre à ses lois. Il faut que l'agriculteur aux champs ait les conseils de l'agriculteur en chambre, il faut que la charrue soit guidée par le livre.

Pour cela, comme pour l'achat des matières premières, comme enfin pour la vente des produits, l'association est la seule méthode[1]. L'Agriculture est une industrie comme une autre et doit, elle aussi, obéir au Commerce, se plier aux exigences de la clientèle. La méthode scientifique s'y applique avec la même rigueur et opérera les mêmes révolutions. Le pays qui aura le courage de commencer le premier gagnera la course. Il est encore temps pour nous, la Nature nous a prodigué les avantages; mais le commencement de tout, c'est l'association des Paysans pour se payer des Savants, et le meilleur moyen pour les cultivateurs de s'aider eux-mêmes sera de s'aider les uns les autres. C'est la *loi*, la grande loi scientifique, désormais indiscutable, qui s'applique, sans distinction, à toutes les branches de l'activité humaine : l'association libre, volontaire, coordonnant les efforts individuels, canalisant les petits ruisseaux pour former de grands fleuves puissants et fécondants, à la place des torrents irréguliers et désastreux.

Quoi de plus beau, de plus rassurant, que cette science moralisatrice, démontrant à l'individu que le meilleur et le plus intelligent des égoïsmes, — c'est l'altruisme!

Maurice Schwob,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

[1] Il est juste, toutefois, de reconnaître l'importance considérable qu'ont déjà acquise, en France, les *Syndicats agricoles;* ils rendent dès à présent, d'immenses services quant à l'application des données scientifiques. Leur action bienfaisante s'affirmera bien davantage lorsqu'ils entreprendront résolument de susciter et de subventionner les recherches de haute science dont l'Agriculture est tributaire. Cette influence croîtra aussi dès qu'ils pourront directement intervenir dans l'écoulement, — transport et vente, — des produits de la terre. (Note de la Direction.)

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LES ÉTABLISSEMENTS ARMSTRONG. — LEUR ORIGINE. — LEUR SITUATION ACTUELLE.

En concurrence avec l'usine Krupp[1], et dans des conditions analogues comme exploitation, comme arrivages et expéditions de marchandises, se trouvent sur les bords de la Tyne, un peu en amont de Newcastle, à Elswick, les établissements Armstrong.

Le fondateur d'Elswick, lord Armstrong, alors Sir William Armstrong, était, à l'époque de la guerre de Crimée, ingénieur hydraulicien : on sait qu'il inventa une machine destinée à recueillir l'électricité statique produite par l'écoulement de la vapeur d'eau à travers des ajutages convenables. Frappé des inconvénients de la fonte comme métal à canon, inconvénients décelés par les accidents survenus pendant la guerre de Crimée, Sir W. Armstrong songea à substituer à ce métal trop faible d'abord le fer forgé, puis l'acier.

A cette époque, en effet, la métallurgie de l'acier était encore dans l'enfance : son emploi industriel devait être limité à des pièces de faibles dimensions, dont la fabrication s'entourait de soins exceptionnels.

D'autre part, la question du rayage des bouches à feu, succédant au rayage des carabines, se posait également à la suite de combats où les faibles portées de l'artillerie n'avaient amené que de minimes résultats. Aussi, dès 1854 commencèrent les études et les expériences. Elles montrèrent que l'acier ne pouvait encore s'obtenir dans des conditions convenables et conduisirent Armstrong à établir ses canons en fer forgé, tant pour le tube central que pour le frettage.

Dès 1863, l'usine d'Elwick avait fourni à l'Angleterre près de 3.500 canons. A cette époque eurent lieu les essais célèbres du matériel en acier Whitworth en opposition avec les canons Armstrong. Malgré leur remarquable conception balistique, les canons Whitworth furent trouvés inférieurs : il se produisit un éclatement parce que l'acier employé dans la fabrication de ces engins ne présentait pas encore une ténacité suffisante.

A la suite de ces expériences, l'usine Armstrong fut appelée à fournir le matériel de l'armée et de la flotte anglaise, et, subsidiairement, se mit à satisfaire aux commandes des diverses puissances. C'est ainsi qu'elle livra plusieurs batteries au Gouvernement de la Défense Nationale en 1870-1871.

Le type général de ces bouches à feu, construites d'après le système Fraser, consistait en un tube en acier forgé et trempé à l'huile introduit à chaud dans une pièce de culasse en fer forgé obtenue en soudant bout à bout plusieurs manchons fabriqués par l'enroulement en hélice de barres de fer chauffées au rouge ; les spires de fer appelées *coils* forment, suivant le calibre, une, deux ou trois couches de frettes. A la pièce de culasse est soudée la bague porte-tourillons.

C'est ce modèle qui fut placé à bord des bâtiments de la flotte anglaise, comme aussi des gros cuirassés de la flotte italienne.

Cependant, l'augmentation de puissance de l'artillerie obligeait à demander aux bouches à feu des efforts plus énergiques, incompatibles avec le mode de construction décrit ci-dessus. Aussi, les bouches à feu exécutées à Elswick, tant pour l'Angleterre que pour les autres puissances, sont-elles actuellement en acier se chargeant par la culasse, et certaines même frettées en fils d'acier, conformément aux théories les plus récentes.

[1] Sur l'usine Krupp, voyez la *Revue* du 15 février 1897, p. 113.

Venons maintenant à la description des établissements. Ils se divisent en quatre départements : aciéries, constructions diverses, artillerie et chantiers de constructions navales. Leur superficie sur la rive gauche de la Tyne, n'est pas inférieure à 32 hectares.

Aciéries. — Les aciéries comportent presque exclusivement des fours Martin Siemens, au sortir desquels l'acier obtenu est forgé soit au pilon, soit à la presse hydraulique. Le principal pilon développe un effort de 200 t. m. environ, et il y a trois presses hydrauliques de 1.500, 3.000 et 5.000 tonnes respectivement. Pendant la série des forgeages, des échantillons prélevés sont soumis aux épreuves les plus minutieuses.

Ateliers de construction. — Quelque intéressante que puisse être l'étude de ces ateliers, nous nous contenterons de les signaler ici, en raison de l'importance, relativement hors de proportion avec leur activité réelle, qu'ils ont à Elswick. Etranglés par les autres services, il leur faudra du reste un jour, sans aucun doute, franchir la Tyne et se réinstaller de l'autre côté. Il serait injuste, toutefois, de ne pas signaler les ateliers de montage des tourelles, ainsi que les dispositifs hydrauliques de toute sorte. On voit que l'on est dans l'usine de l'inventeur de l'accumulateur hydraulique, et cette branche de la Mécanique s'y retrouve utilisée à chaque pas, tant comme moteurs et transmissions que dans les types des machines installées à bord des navires pour le service des bouches à feu.

Artillerie. — Le troisième département, artillerie, est sans doute le plus important d'Elswick ; nous avons rappelé au début le développement de ces ateliers, et nous ne nous proposons pas ici, pas plus que pour l'Usine Krupp, d'entrer dans des discussions ou des exposés techniques. Signalons la grande importance prise dans ces ateliers par la fabrication des canons à tir rapide, d'un usage universel à bord des bâtiments de guerre, fabrication qui n'a pu prendre le développement actuel que grâce aux poudres sans fumée d'une part, et aux progrès de la métallurgie de l'acier d'autre part. Il convient aussi d'insister sur le rôle, de plus en plus important, que l'usine Armstrong, en communauté de vues avec l'Amirauté anglaise, donne au frettage en fils d'acier dans la construction de ses bouches à feu, dont elle augmente ainsi la puissance tout en en réduisant le poids et la longueur, et fabriquant ainsi, pour un même calibre, les pièces les plus puissantes. Ce département de l'artillerie est, du reste, à Elswick placé dans les meilleures mains que l'on pût trouver en Angleterre. Sir Andrew Noble, l'ancien collaborateur du chimiste Abel dans ses fameuses recherches sur les poudres de toute espèce, secondé par d'anciens officiers de l'armée anglaise tels que MM. Lloyd et Hadcock, dirige les études et la fabrication avec une souveraine compétence. A Elswick, comme à Essen, on n'a pas hésité à s'assurer le concours des hommes les plus capables en leur faisant une position en rapport avec leur valeur.

Comme annexe du département de l'artillerie, il convient de signaler encore le polygone de Silloth, situé à 32 kilomètres de Carlisle, le long de la plage de Solway Firth, ainsi que le champ de tir de Ridsdale, à 64 kilomètres de Newcastle, ce dernier affecté aux épreuves des canons et des poudres.

Nous terminerons en indiquant l'acquisition par la maison Armstrong du procédé Ehrart pour la fabrica-

tion de ses projectiles et éventuellement de tubes pour canons et machineries diverses, procédé dont l'adoption ne peut qu'améliorer la qualité et la rapidité de sa production.

Constructions navales. — Le chantier des constructions navales est actuellement un des plus importants services d'Elswick : il comporte plus de 2.000 ouvriers. Il fut créé par M. White, avant que ce dernier prît la direction des constructions des bâtiments de guerre pour le compte de l'Amirauté. Après les deux cales de première classe pour la construction des cuirassés, il convient d'en citer huit autres pour croiseurs. De ces chantiers sont sortis, outre divers bâtiments de la flotte anglaise, dont le *Victoria*, deux croiseurs autrichiens, deux espagnols, la plus grande partie de la flotte chinoise, les croiseurs italiens *Dogali* et *Piemonte*, les Japonais *Yoshino*, *Naniwa*, etc.

Naturellement, les bâtiments de guerre construits dans ces chantiers reçoivent leur matériel de guerre des ateliers voisins de l'artillerie. L'établissement d'Elswick est ainsi à même de fournir les bâtiments complètement organisés, pourvus de tout ce qui leur est nécessaire; les ateliers juxtaposés travaillent naturellement de concert, d'où grande économie de main-d'œuvre, de temps et d'argent, et surtout entente parfaite, pour tous les détails d'exécution, entre les services de l'Artillerie et de la Construction, ce qui évite bien des malfaçons et bien des retards.

En outre de ce chantier, la Société Armstrong possède, en aval de Newcastle, à Walker-on-Tyne, des chantiers spécialement affectés à la construction des navires de commerce, depuis la fusion de MM. Mitchell avec la maison d'Elswick.

Les descriptions sommaires qui précèdent suffisent à rendre compte de la prospérité de cette puissante maison qui, à l'heure actuelle, occupe plus de 16.000 ouvriers.

Nous avons cité les noms des organisateurs ou directeurs de ses principaux services, choisis parmi les spécialistes les plus éminents d'Angleterre. Nous signalerons, en outre, l'excellente situation des établissements, en plein bassin houiller de Newcastle, non loin des mines de fer, bien connues, de Cleveland.

Le développement des voies ferrées tout autour de Newcastle ne concourt pas moins que la situation des usines sur le bord de la Tyne à la facilité du mouvement commercial, et, de ce chef, l'usine Armstrong possède sur les établissements Krupp une incontestable supériorité. S'il est vrai que ces derniers, par l'acquisition des chantiers de la Germania à Kiel, peuvent aujourd'hui, comme leurs rivaux, fournir à la fois les bâtiments et leurs armements, il n'en est pas moins incontestable que la séparation des chantiers et des ateliers d'artillerie est pour eux une cause d'infériorité économique.

Depuis longtemps, la maison Armstrong s'est assuré, en ce qui concerne l'artillerie navale, la clientèle de l'Italie. Elle a même, pour ce fait, fondé sur les rives du golfe de Naples, à Pozzuoli, une succursale qui n'occupe pas moins de 1.500 ouvriers. Ce grand établissement, d'une superficie de 20 hectares, comporte une jetée d'accostage desservie par voie ferrée et quatre grues hydrauliques, dont l'une d'une force de 160 tonnes, pour l'embarquement des bouches à feu. L'atelier principal a 13.000 mètres carrés de superficie, et 310 machines-outils pour la construction de la grosse artillerie.

L'acier est fourni à l'usine par l'établissement de Terni, appartenant à l'Etat.

Le personnel est d'environ 900 ouvriers, tous italiens, guidés par des contremaîtres anglais : les directeurs sont Italiens.

Enfin, de même que la maison Krupp s'est annexé l'usine Gruson de Magdebourg, de même la maison Armstrong vient aujourd'hui de fusionner avec les établissements Whitworth, jadis ses rivaux en artillerie, aujourd'hui encore à la tête de la métallurgie de l'acier et du travail de précision en machines-outils. Cette fusion se ferait en attribuant à chaque action Whitworth, de 10 livres sterling, 5 actions Armstrong, d'une valeur nominale de une livre, mais cotées actuellement 53 shillings.

Ainsi, les deux maisons rivales, Krupp et Armstong, possèdent l'une comme l'autre les avantages économiques d'une excellente situation métallurgique, au centre de bassins houillers d'une grande richesse, et de voies de communication faciles et peu dispendieuses. Elles jouissent également d'une clientèle d'Etat assurée, soit l'Allemagne pour l'une, l'Angleterre et l'Italie pour l'autre. Il y a pourtant, entre Krupp et Armstrong, une différence essentielle. Alors que la première maison est le fournisseur attitré et unique de l'artillerie allemande, dont elle établit les tracés et fabrique tout le matériel, la maison Armstrong ne jouit pas d'un monopole analogue. Le grand arsenal de Woolwich, sous la savante impulsion du Dr Anderson, établit, lui aussi, des bouches à feu et du matériel de toute sorte pour la Marine et surtout pour l'armée anglaise. Le Gouvernement de la Reine conserve ainsi son indépendance d'études et de fabrication. C'est là, semble-t-il, une excellente solution de la question de l'armement d'un pays, par l'association de l'Etat et des efforts de l'industrie privée. L'industrie privée, par son concours, permet, dans des cas d'urgence, d'accélérer autant qu'il est nécessaire la production du matériel: mais il faut que l'Etat assure à ces ateliers spéciaux la permanence du travail, comme il est fait pour ces deux grandes maisons.

En France, au contraire, les usines particulières ne jouissent pas de la même sécurité. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner qu'elles ne puissent travailler dans des conditions de prix aussi favorables, et n'arrivent à lutter que bien péniblement. Une industrie aussi spéciale que celle de l'artillerie ne peut vivre sans le concours des commandes de l'Etat sur le territoire duquel elle se trouve; s'il n'en est pas ainsi, elle est forcément vouée à la décadence et condamnée à s'éteindre.

Colonel X...

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Goursat (E.), *Maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure.* — **Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes.** *Tome I :* **Problème de Cauchy ; caractéristiques ; intégrales intermédiaires.** — *1 vol. grand in-8° de 224 pages.* (*Prix : 7 fr.* 50.) *Hermann, éditeur, Paris,* 1896.

Cet ouvrage, dans la pensée de l'auteur, forme la suite naturelle du traité bien connu qu'il a publié sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre. Toutefois, les deux questions sont loin de se présenter sous le même aspect. La première a dès maintenant un caractère achevé : la méthode, du moins en ce qui concerne le cas général, y est fixée et semble même avoir atteint son maximum de simplicité. Au contraire, les équations du second ordre se refusent en général à l'intégration : les géomètres ont été obligés de se rejeter sur les voies moins directes qui leur restaient ouvertes, et, en particulier, sur la recherche des intégrales particulières définies par des conditions aux limites données.

Le volume actuel est consacré au *Problème de Cauchy* (détermination d'une surface intégrale, supposée analytique, par une courbe et le plan tangent en chaque point de cette courbe). C'est celui dont la théorie se rapproche le plus des théories relatives aux équations du premier ordre, bien qu'il soit impossible d'arriver, par la généralisation de celles-ci, à la solution complète du nouveau problème.

Ces analogies sont mises nettement en lumière dans le cas particulier par lequel M. Goursat commence son exposition. On sait que l'intégrale générale d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre peut être considérée comme représentant : si l'équation est linéaire, un lieu de courbes ; sinon, une enveloppe de surfaces. L'auteur considère de même : 1° les surfaces lieux de courbes d'un complexe donné ; ou bien 2° les surfaces enveloppes de surfaces appartenant à un complexe de surfaces donné. Dans les deux cas, les surfaces en question satisfont à une équation aux dérivées partielles linéaires en r, s, t, rt-s^2 (les coefficients étant des fonctions de x, y, z, p, q), équation qui admet une intégrale singulière du premier ordre. Cette intégrale singulière peut d'ailleurs fournir la véritable solution du problème, comme il arrive pour la question posée par M. Darboux : *Trouver une surface connaissant une relation entre les paramètres d'une des sphères osculatrices.*

L'auteur énonce ensuite le problème de Cauchy et montre qu'il a une solution déterminée, sauf pour certains choix de la courbe et de la développable. Il définit l'*intégrale générale* comme l'ensemble des intégrales ainsi obtenues, lorsqu'on fait varier cette courbe et cette développable de toutes les manières possibles ; toute fonction qui satisfait à l'équation sans être comprise dans l'intégrale générale étant *intégrale singulière.* Il montre que ce critérium doit être substitué à celui qui consiste à décider de la généralité de l'intégrale d'après le nombre des fonctions arbitraires qui y figurent : l'équation $\frac{d^2z}{dx^2} = \frac{dz}{dy}$, par exemple, a une intégrale générale dépendant d'une seule fonction. Il termine ce premier chapitre en faisant voir que l'analogie constatée, dans le cas particulier qu'il vient de traiter, avec les équations du premier ordre, ne s'étend qu'incomplètement au cas général : la méthode de la variation des constantes arbitraires ne permet pas d'intégrer en général les équations du second ordre.

Le second chapitre traite de la théorie qui fait l'objet essentiel de l'ouvrage : la théorie des caractéristiques appliquée aux équations de Monge et d'Ampère, c'est-à-dire aux équations linéaires en r, s, t, rt-s^2. M. Goursat discute les résultats que fournit la méthode suivant que les deux systèmes de caractéristiques sont ou non distincts et suivant le nombre des combinaisons intégrables que présente chacun d'eux. Comme dans les *Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre,* il s'attache, avec Sophus Lie, à donner, de la notion de caractéristique et du problème même de l'intégration, des définitions invariantes au point de vue de la théorie des transformations de contact, et cette théorie lui permet de donner aux conclusions des formes particulièrement frappantes et simples.

Le chapitre se termine par l'exposé de la méthode d'Ampère, laquelle conduit, en général, à des calculs identiques à ceux que fournit la méthode de Monge, mais a l'avantage de s'appliquer à certaines équations pour lesquelles celle-ci est en défaut ; c'est ce qui arrive pour l'équation aux dérivées partielles des surfaces minima. La résolution du problème de Cauchy, présentée d'une façon générale pour les équations linéaires en r, s, t, ne contenant pas les variables indépendantes, conduit, pour les surfaces minima, aux formules mêmes de M. Schwartz.

L'auteur applique ensuite la méthode générale à un certain nombre d'exemples. Il traite, en particulier du problème de la représentation sphérique, lequel dépend toujours d'une équation de Monge ; cette équation n'admet d'ailleurs d'intégrale intermédiaire que si les lignes de courbure sont planes dans un système.

On tombe également sur des équations de même forme, ainsi que l'avait montré l'auteur dans des mémoires précédents, quand on cherche les extensions possibles de la méthode qui convient aux équations de Clairaut, et aussi quand on cherche à déformer une surface de manière qu'une série de sections planes parallèles conserve cette double propriété.

Après avoir, comme dernière application, recherché les équations pour lesquelles les caractéristiques sont des lignes asymptotiques, ou des lignes de courbure, ou plus généralement des lignes conjuguées, l'auteur retourne à la théorie générale et l'étend aux équations quelconques, mais non sous sa forme primitive. Il faut, cette fois, considérer les caractéristiques comme des séries d'éléments dont chacun est constitué, non plus seulement par un système de valeurs de x, y, z, p, q, mais par un système de valeurs x, y, z, p, q, r, s, t, (éléments de contact du second ordre).

L'auteur montre les relations qui existent entre ces caractéristiques du second ordre et les *caractéristiques du premier ordre* des équations de Monge et d'Ampère. Chaque caractéristique du premier ordre fait partie d'une infinité de caractéristiques du second ordre dépendant d'une constante arbitraire, sauf dans le cas où les caractéristiques sont confondues.

Plus généralement, on peut considérer, sur une surface intégrale, l'élément de contact d'ordre n (défini par l'ensemble des valeurs des variables et des dérivées jusqu'à l'ordre n) et définir les *caractéristiques d'ordre n.* Chaque caractéristique d'ordre n est en général contenue dans une infinité de caractéristiques d'ordre $n+1$, dépendant d'une constante arbitraire.

Les équations qui ont des caractéristiques du premier ordre se distinguent par cette propriété qu'une infinité de sufaces intégrales peuvent être tangentes le long

d'une courbe. Cette circonstance n'est d'ailleurs pas particulière aux équations de Monge-Ampère. Si, en effet, on regarde, dans l'équation, r, s, t, comme donnée des coordonnées courantes, il peut arriver que cette équation représente une surface réglée dont les génératrices soient parallèles à celle du cône $rt - s^2 = 0$. Il y aura alors un système de caractéristiques du premier ordre, le second système étant du second ordre. Dans ce cas, comme dans le cas des équations de Monge-Ampère, il pourra exister des intégrales intermédiaires avec deux constantes arbitraires. M. Goursat recherche, d'après un travail précédent (*Acta Mathematica*, t. XIX) dans quels cas les deux équations qui déterminent l'intégrale intermédiaire sont en involution. Il expose également les résultats auxquels il est parvenu relativement à la résolution du problème de Cauchy pour les caractéristiques du premier ou du second ordre. Le problème est alors indéterminé : la solution dépend d'une infinité de constantes arbitraires et, pour déterminer complètement l'intégrale, il faut *deux* caractéristiques de systèmes différents ayant un élément commun. Cet intéressant résultat établit, comme on le voit, un rapprochement entre les théorèmes généraux précédemment démontrés et le théorème analogue qui intervient, par exemple, dans l'application de la méthode de Riemann aux équations de Laplace ; il montre le rôle joué, dans cette dernière question, par ce fait que l'équation de Laplace est rapportée à ses caractéristiques.

Le volume se termine par une rapide analyse du mémoire d'Ampère, où, sous une autre forme, les caractéristiques du second ordre sont introduites pour la première fois.

J. Hadamard,
Professeur de Mathématiques
à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

2° Sciences physiques

Borchers (Dr W.). — **Elektro-Metallurgie.** — Die Gewinnung der Metalle unter Vermittlung des elektrischen Stromes. *2e Edition. — 1 vol. in-8° de 400 pages avec 188 figures. (Prix : 20 fr.). Harald Bruhn, éditeur. Braunschweig*, 1897.

Le traité d'Électro-métallurgie du Docteur Borchers donne un tableau complet de l'état actuel de cette science relativement récente. Il expose toutes les recherches faites pour arriver à l'extraction ou au raffinage électrolytique des différents métaux, ainsi que les résultats que l'on peut considérer comme acquis pour l'industrie.

Les procédés électrolytiques, qui ont eu un certain succès industriel, sont, en somme, en nombre limité. On peut dire que l'électrolyse par voie humide n'a donné de résultat pratique que pour l'affinage du cuivre, pour la précipitation de l'or des cyanures, et pour le traitement de certains alliages d'argent et d'or. Tous les autres procédés proposés n'ont pas subi la sanction de l'expérience industrielle, ou bien ont été essayés sans succès ; notamment, les nombreuses tentatives pour extraire le cuivre des minerais ou des mattes ont échoué jusqu'à présent. On n'affine même en pratique que des cuivres relativement purs et riches.

L'électrolyse par fusion ignée peut seule être considérée comme un moyen d'extraction industrielle de certains métaux comme l'aluminium, et les métaux alcalins pour lesquels ce mode de préparation rentrera peut-être bientôt dans la pratique courante.

Après une introduction où il expose les conditions générales de l'électrolyse et la théorie du phénomène d'après les derniers travaux de Ostwald et de Nernst, M. Borchers consacre un chapitre étendu à l'étude des procédés d'extraction des métaux alcalins et du magnésium. Tous ces métaux peuvent être obtenus par l'électrolyse des chlorures fondus ; le magnésium notamment est fabriqué dans l'usine de Hemmeling, près Brême. On rencontre pour ces métaux une difficulté spéciale qui ne se présente pas pour l'aluminium : c'est que leur légèreté les fait flotter dans les scories ; en outre, les métaux alcalins attaquent rapidement à haute température la porcelaine et le fer.

Il est très difficile de construire des appareils qui puissent y résister. M. Borchers décrit une série d'appareils ingénieux pour résoudre ce problème. Un autre moyen que l'auteur n'a peut-être pas signalé comme il le méritait est celui qu'a employé M. Guntz pour réaliser l'électrolyse du lithium : par un mélange de sels convenablement choisis, M. Guntz a pu constituer une scorie fusible à température modérée ; dans ces conditions, l'attaque des appareils n'est plus à craindre.

Le second chapitre de l'ouvrage se rapporte à la métallurgie de l'aluminium et des métaux terreux ; il est relativement moins instructif, M. Borchers ayant traité cette industrie d'une manière sommaire, faute de documents authentiques, et n'ayant pas voulu essayer de décrire des installations industrielles sur lesquelles il n'avait pas de renseignements sûrs.

Le chapitre consacré au raffinage du cuivre est, au contraire, des plus intéressants ; cette industrie a fait de grands progrès. Le traitement, qui coûtait autrefois plus de 200 francs par tonne, revient aujourd'hui au plus à 100 et même, dit-on, à 50 francs en Amérique. On trouvera, dans l'électrométallurgie, des détails très circonstanciés sur la conduite et l'installation des affineries de cuivre, notamment sur celle de la fabrique des frères Borchers à Goslar, dont tous les détails paraissent très bien étudiés. On y remarque un mode particulier d'aération et de circulation du liquide dans les bains, consistant à injecter dans un tuyau de l'air par un orifice capillaire. Cet air s'émulsionne avec le liquide et donne ainsi une colonne légère provoquant une circulation continue, sans avoir, comme les autres procédés de brassage, l'inconvénient d'agiter les dépôts et de rendre les liqueurs troubles.

Parmi les chapitres suivants, je signalerai la description du procédé Mœbius pour le travail d'or et d'argent, les recherches sur la précipitation de l'antimoine des sulfures doubles, et les différents procédés de précipitation de l'or.

Le docteur Borchers traite tous ses sujets avec une grande compétence, étant lui même l'auteur d'un grand nombre de recherches pratiques et industrielles : ses appréciations et ses critiques, si elles sont souvent un peu passionnées et parfois injustes, sont néanmoins toujours intéressantes à lire et dans la plupart des cas bien fondées.

U. Le Verrier,
Professeur de Métallurgie
au Conservatoire des Arts et Métiers.

Haller (A.), *Correspondant de l'Institut, Directeur de l'Institut chimique de Nancy*, et **Müller** (P.-Th.), *Maître de Conférences à l'Institut chimique de Nancy*. — **Traité élémentaire de Chimie.** *Tome I.* **Chimie minérale.** *Tome II.* **Chimie organique.** — *2 vol. in-8° de 336 et 206 pages avec figures (Prix, cartonnés : 6 fr. et 4 fr.). G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris*, 1897.

Le *Traité élémentaire de Chimie* de MM. Haller et Müller aura certainement un long succès. Dans ce livre tous les grands faits acquis à la Chimie moderne se trouvent reliés par une théorie que les lecteurs ont l'illusion agréable d'inventer parce qu'elle jaillit de la succession des expériences. Ceux qui n'ont acquis leur savoir qu'à grand'peine à l'aide d'ouvrages quelquefois inférieurs à la science de leur temps, apprécieront le progrès pédagogique et l'élégance de la forme qui rend la lecture de ce nouveau livre de Chimie plus attrayante que celle de bien des romans. Et la science, qu'on lit trop peu dans le monde, n'est-elle pas, avec ses mouvantes réalités et ses rêves de perfection idéale, le plus beau des romans ? Tout homme ayant reçu seulement l'instruction élémentaire peut lire sans fatigue le livre de MM. Haller et Müller et se mettre en état de suivre les écrits des spécialistes qui, à première vue, apparaissent comme des grimoires fermés au plus grand nombre.

Le premier volume commence par l'exposition des

lois simples et permanentes qui régissent la matière chimique. Ensuite viennent les interprétations qu'on leur a données sous le nom d'hypothèses pour les mettre mieux à la portée de notre esprit. Par là, le lecteur se trouve aussitôt introduit dans la théorie atomique, qui devient de suite sa pensée et sa langue naturelle.

Dans un livre élémentaire, l'histoire de la Science, qui n'est souvent que la condamnation des erreurs passées, ne peut trouver sa place au milieu des vérités acquises. Ici la clarté du texte doit beaucoup à cette méthode qui ne présente que les vérités indiscutées.

Divisé en métaux et métalloïdes dans un but d'enseignement et pour réunir en groupes faciles à comparer les équations qui résument chacune des préparations dont la connaissance est exigible pour les examens, les éléments sont cependant distribués d'après la classification de Mendeleef.

Dès les premières pages du deuxième volume, consacré à la Chimie organique, l'idée des formules de constitution « résumant, pour ainsi dire, l'histoire de chaque corps » est affirmée avec une clarté et une autorité qui éloignent toute pensée de discussion. Et à quoi bon discuter *in abstracto* une science des formules acceptée en fait par tous. MM. Haller et Müller se rattachent à la nomenclature organique du Congrès de Genève pour les mots simples qui ont chance de passer dans la langue chimique usuelle et afin de ne laisser ignorer aux jeunes aucune chose de leur temps.

Dans ce deuxième volume, tout ce qui sert, tout ce qui a un nom connu dans la Chimie organique, se trouve amené très simplement comme au cours d'une conversation. C'est, en effet, une causerie de trois pages qui vous apprend ou vous rappelle les couleurs d'aniline plus ou moins oubliées, en n'invoquant que de rares formules. Ce résultat de lecture facile est obtenu grâce à une exposition solide de l'enchaînement des hydrocarbures, de leur accroissement par un apport indéfini de matériaux moléculaires CH^2, de leurs arborisations isomériques, de leurs fermetures cycliques, toutes choses si faciles à apprendre et dont on se fait souvent un épouvantail. Avec les *fonctions*, qui de la charpente d'un carbure vulgaire feront un parfum, une couleur ou un poison, on a les *clefs* de la Chimie organique. MM. Haller et Müller les donnent avec la moindre peine, et, en lisant leur volume, il me semblait voir réalisée une idée qui m'est familière : la Chimie organique s'apprend en huit leçons et se développe en plusieurs années.

A. Etard,
Docteur ès sciences
Répétiteur de Chimie à l'Ecole Polytechnique.

3° Sciences naturelles

Chudeau (R.) *Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Besançon.* — **Contribution à l'étude géologique de la Vieille-Castille.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *brochure in-8° de 92 pages avec 15 figures et 1 planche. Lahure, éditeur, 9, rue de Fleurus. Paris*, 1896.

Voici, d'après le résumé de l'auteur, les faits nouveaux exposés dans cette thèse :

Les couches de la province de Logrono, attribuées jusqu'à présent au Carbonifère, sont infraliasiques et par suite les strates non fossilifères situées au-dessus appartiennent au Lias et non au Trias.

On retrouve dans le Bajocien les zones paléontologiques classiques; le Bathonien et le Callovien sont mieux représentés que ne le laissaient croire les travaux précédents.

Pour le Crétacé, le Cénomanien seul était indiqué avec netteté; M. Chudeau a montré que la partie supérieure de l'Albien avait laissé des dépôts fossilifères et que le Turonien était fort bien représenté dans toute la région.

Pour le reste, l'auteur a pu seulement préciser quelques niveaux, augmenter la liste des espèces citées et discuter quelques déterminations.

De nouvelles recherches sur place seraient nécessaires pour élucider complètement la tectonique.

D'Hubert (E.). — **Recherches sur le Sac embryonnaire des plantes grasses.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *broch. in-8° de 92 pages, avec 61 figures et 3 planches.* (*Extrait des Ann. des Sciences nat., 8e série, Botan. T. II*) *G. Masson, éditeur, Paris*, 1896.

Après une revue claire et concise des connaissances acquises jusqu'ici sur l'ovule et le sac embryonnaire, l'auteur de ce travail insiste sur le rôle du sac embryonnaire et s'étonne que les botanistes aient négligé, pour la plupart, l'étude des phénomènes nutritifs qui s'y accomplissent, alors que son développement et sa segmentation ont été si attentivement examinés.

Aiguillonné par la difficulté du sujet et persuadé que l'amidon, tout au moins, doit être mis en réserve pour un temps dans le sac embryonnaire, M. d'Hubert a résolu d'aborder la question de la nutrition de ce sac, en la restreignant à l'étude particulière des réserves ternaires qui s'y peuvent produire.

La nature spéciale de l'appareil végétatif des plantes grasses et la lenteur des phénomènes de fécondation, permettaient de considérer *a priori* comme probable la formation de réserves dans leur sac embryonnaire; c'est donc à ces végétaux que M. d'Hubert s'est préalablement adressé, d'ailleurs, avec succès. Il a fait un travail de révision morphologique de l'ovule chez les plantes grasses, tout en examinant le mode d'apparition, puis de résorption de l'amidon dans le sac embryonnaire avant et après la fécondation de l'oosphère, jusqu'après les premiers stades de la formation de l'albumen.

Ses recherches concernent l'ovule chez les Cactées, Mésembrianthémées, Crassulacées, quelques Asclépiadées, Euphorbiacées, Liliacées et Amaryllidées; nombre d'espèces ordinaires, appartenant à diverses familles, ont été l'objet d'une pareille étude. Les principaux résultats consignés dans la thèse de M. d'Hubert sont les suivants :

Les ovules de *toutes* les plantes grasses et de *quelques* plantes non grasses renferment de l'amidon dans leur sac embryonnaire. Certaines plantes ordinaires, au sac embryonnaire dépourvu d'amidon, présentent dans le nucelle une zone amylifère dont la destruction graduelle est corrélative du développement du sac.

L'amidon apparaît, dans le sac embryonnaire des Cactées, pendant les trois bipartitions successives du noyau; les grains d'amidon sphériques croissent en volume et en nombre et se disposent uniformément autour de chacun des huit noyaux obtenus; ces noyaux se rendent à leurs places respectives dans le sac : une antipode à l'extrémité inférieure, les deux autres au-dessus, puis les deux noyaux polaires, au-dessus l'oosphère, enfin les deux synergides à l'extrémité du sac opposée aux antipodes. L'amidon de l'antipode inférieure disparaît, puis celle-ci s'efface. Il en est de même des antipodes supérieures. Les synergides se creusent d'une vacuole, deviennent pyriformes et provoquent l'allongement du sac au voisinage du micropyle; l'amidon y est en quantité maximum à la maturité du sac. L'amidon de l'oosphère augmente jusqu'à la fécondation et disparaît rapidement après. Les grains d'amidon qui entourent les noyaux polaires, sont nombreux et volumineux (10 μ); ils augmentent jusqu'au moment où se constitue l'albumen.

Comme l'amidon joue ici un rôle de nutrition capital, l'étude de sa répartition permet d'entrevoir la fonction des cellules du sac embryonnaire : les antipodes servent à l'accroissement de la partie inférieure du sac et à la nutrition de ses autres parties. Les synergides, au moment de l'arrivée du tube pollinique au sommet du sac, se portent : l'une à la rencontre du tube pollinique, l'autre au voisinage de l'oosphère où elle reste jusqu'après la première bipartition du noyau de l'œuf; ce

sont aussi des cellules de nutrition pour le tube pollinique et pour l'œuf en formation.

Les noyaux polaires servent d'abord à l'accroissement latéral du sac, puis se portent au voisinage de l'oosphère qu'ils nourrissent partiellement.

Semblables faits ont été remarqués chez les Mésembrianthémées et les Crassulacées. A signaler aussi l'ovule des *Sedum* très allongé, caractérisé par un capuchon que forme l'épiderme du nucelle au sac embryonnaire en avant; par la régression latérale du nucelle et par l'organisation, suivant son axe, de cellules très allongées formant un système conducteur de la chalaze au sac embryonnaire.

M. d'Hubert reconnaît lui-même que son travail est incomplet. Il serait intéressant, en effet, de déterminer la nature des réserves et les réactions qui s'accomplissent dans le sac des plantes dépourvues d'amidon, de vérifier s'il ne se forme pas d'autres réserves que l'amidon dans le sac des plantes grasses. Le rôle des noyaux du sac embryonnaire a besoin d'être plus nettement établi. Confiant dans la sagacité du jeune botaniste, nous serons heureux d'enregistrer les résultats des nouvelles recherches qu'il ne manquera pas d'entreprendre sur ces sujets multiples. E. Aubert,

Professeur au Lycée Charlemagne.

4° Sciences médicales

Charrin (A.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, Assistant au Collège de France.* — Leçons de Pathogénie appliquée (Clinique médicale). 1 *vol. in*-8° *de* 400 *pages.* (*Prix* : 6 *fr.*) *G. Masson et C*ie, *éditeurs. Paris*, 1897.

Le livre de M. Charrin est un livre de Clinique médicale. Il a été intitulé : *Leçons de Pathogénie appliquée* pour accentuer la différence qui existe entre la clinique ancienne et la clinique actuelle. Dès le début, M. Charrin prend soin de nous expliquer comment il entend le rôle du médecin et l'enseignement de la Médecine. L'un et l'autre ont changé depuis que les procédés d'investigation scientifique récemment mis à notre disposition ont permis de mieux analyser les faits. Il devient nécessaire de faire bénéficier la Clinique de tous les acquêts théoriques et techniques obtenus par les sciences collatérales. Aussi la manière dont M. Charrin envisage la Médecine ne saurait que plaire à tous ceux qui ont le souci des progrès de cette science. Plus encore, elle s'impose comme étant la seule logique, rationnelle, digne de notre temps.

Du nombre considérable de faits qui sont accumulés dans ces leçons, le professeur dégage spécialement un point auquel il donne un relief tout spécial : c'est l'influence du terrain sur l'évolution des germes morbides. C'est bien le microbe qui est l'agent pathogène; mais c'est l'organisme qui lui permet d'agir : « Son succès provient de notre infériorité plutôt que de sa supériorité. »

Une autre donnée également bien mise en lumière par M. Charrin est celle des « pathogénies multiples ». Il y insiste à propos du rhumatisme chronique. Il montre qu'une altération articulaire aiguë d'origine microbienne primitive peut, après la disparition des microbes, se continuer sans l'appui direct de ceux-ci et donner lieu à une arthrite chronique. En outre, de même qu'une cellule bactérienne peut déverser ses toxines dans l'économie et y créer des lésions dynamiques ou anatomiques, de même la cellule organique, par une déviation de son fonctionnement normal, peut donner lieu à la production de toxines d'effet analogue. Et d'ailleurs la cellule organique n'agit-elle pas tout comme une cellule microbienne? ne vit-elle pas comme elle aux dépens des mêmes éléments? ne doit-elle pas être considérée comme un véritable ferment?

Dans une série de leçons consacrées à la fièvre typhoïde, M. Charrin met en garde contre l'exclusivisme de la théorie de l'origine hydrique de la dothiénentérie. Il explique le mécanisme de l'hyperthermie, l'action pyrétogène des produits bactériens et aussi des principes anormalement sécrétés par des parenchymes infectés. Il montre le retentissement de ces substances toxiques sur les divers organes, le système nerveux, le cœur, la peau, où apparaît l'éruption rosée lenticulaire classique, la rate qui s'hypertrophie, le foie qui se parsème de nodules infectieux, les reins dont les cellules subissent des modifications protoplasmiques, etc. La méthode thérapeutique de Brand (bain à 20°) et celle du professeur Bouchard, par les bains progressivement refroidis à partir de 2° C au-dessous de la température rectale du malade jusqu'à 30° C, sont exposées et préconisées.

Le cancer de l'estomac a été le motif d'une élégante leçon de diagnostic de cette affection. Le récit concis d'observations diverses de faux cancers et de faits à séméiologie anormale : typhlite, adénite, pleurésie, etc., prenant le masque clinique du carcinome stomacal, donne une juste idée de la difficulté parfois éprouvée pour affirmer le cancer de l'estomac.

Dans une autre clinique, M. Charrin défend la théorie génitale de la chlorose. Les troubles génitaux sont extrêmement fréquents dans cette affection. Cette perturbation de la fonction menstruelle amène une sorte d'auto-intoxication qui, frappant des éléments cellulaires prédisposés par une mauvaise descendance ou des altérations individuelles antérieures, augmente leur incapacité fonctionnelle. La chlorose en est le résultat. Pour le professeur, la théorie infectieuse de la chlorose ne se réaliserait que secondairement. En outre, les chlorotiques, par leur ascendance même, présentent une vulnérabilité cellulaire spéciale. M. Charrin insiste sur ces qualités bonnes ou mauvaises que le sujet puise dans ses générateurs; et plus loin, à propos du mal de Bright, il reviendra instamment sur cette question. Il établit nettement la différence qui existe, pour la propagation des tares héréditaires, entre une créature née de parents en puissance de mal (bacillose, diabète, affection générale quelconque) et le rejeton conçu avant que les parents aient contracté ce mal. Les pages relatives à l'hérédité sont parmi les plus importantes de ce volume.

Après avoir traité divers sujets de pathologie hépatique, cardiaque, pulmonaire, nerveuse, M. Charrin donne un aperçu général des maladies observées dans son service. Dans cette dernière leçon, il groupe les faits si variés dont il a entretenu son cours. Il en fait un magistral rapport embrassant toute la Pathologie. Chacune des grandes causes dont l'organisme humain subit fatalement les effets y est mise en son juste rang : agents parasitaires, intoxications, perturbations cellulaires, influences cosmiques. La maladie est chose complexe. Il est rare qu'une de ces actions engendre, à elle toute seule, toute la maladie. C'est leur jeu réciproque, tantôt successif, tantôt simultané, qui constitue toutes les scènes variées des actes morbides. L'une est préparée par l'autre et l'action se complique au fur et à mesure que le drame pathologique se prolonge.

La méthode générale que M. Charrin a adoptée dans ses leçons est plutôt la méthode par exposition comparative que la méthode descriptive. Au lieu de décrire une maladie à propos d'un cas observé, il produit immédiatement les différents cas de la même affection qui se sont présentés dans le service. L'exposé successif de ces diverses observations lui permet de montrer dans un seul tableau les modalités cliniques, de mettre en relief les différences individuelles, de rechercher les causes de ces différences. Il explique ensuite, suivant les données actuelles de la science, la série des phénomènes morbides, leur pathogénie, leurs origines.

La multiplicité des faits et des théories sur lesquelles s'est appuyé M. Charrin dans ses démonstrations donne à son ouvrage un caractère tout spécial. Ces leçons forment un ensemble où la personnalité du maître se fait jour à chaque page et où l'enseignement est donné avec une largeur de vues indéniable. Dr A. Létienne.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 8 Février 1897.

M. le Général **Sébert** est élu Membre titulaire de la Section de Mécanique, en remplacement de M. Résal.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Faye** signale une catégorie particulière de trombes, qu'il appelle *fausses trombes* et qui a longtemps induit en erreur les savants sur la nature des vraies trombes. Elles se produisent quand un sol de sable fin, un peu humide, est chauffé par un soleil ardent; on voit alors s'élever de ce sol, par un temps calme, une colonne de vapeurs condensées ou de sable. Ces fausses trombes ont leur origine au ras du sol et sont ascendantes; c'est en cela qu'elles diffèrent des trombes, tornados et cyclones qui sont des phénomènes tourbillonnaires descendants. — M. **P. Tacchini** adresse le résumé des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le second semestre 1896. On a observé le minimum des protubérances à l'époque du maximum des taches; les phénomènes de toute espèce ont été plus fréquents dans les zones australes du Soleil. — M. **Desaint** fait une communication sur les zéros de certaines fonctions analytiques. — M. **C. Maze** envoie une note intitulée: Généralisation d'une formule de probabilités. — M. **L. Mirinny** adresse une notice complémentaire sur le premier méridien universel.

2° Sciences physiques. — M. **G. Bigourdan** indique une méthode de comparaison des durées d'oscillation de deux pendules, analogue à celle proposée par M. Lippmann, mais sans matériel électrique. A la place d'horloge, il se sert d'un chronographe, percé d'une fente, qui, à chaque oscillation du balancier, se découvre et laisse passer la lumière d'une lampe placée derrière; c'est cet éclair qui illumine l'index du pendule. — MM. **Ch. Fabry** et **A. Pérot** ont remarqué que l'électromètre absolu, dont ils ont donné récemment la description, n'atteint que très lentement sa position d'équilibre, lorsque la distance des plateaux est faible, à cause de la viscosité de la couche d'air qui les sépare. L'étude expérimentale du mouvement produit par l'addition d'une surcharge au centre du plateau mobile les a conduits à une mesure nouvelle du coefficient de viscosité de l'air; ils ont trouvé la valeur $1,73 \times 10^{-4}$. — M. **Vaschy** fait l'étude des variations d'énergie dans des corps élastiques soumis à diverses forces. — M. **A. Leduc**, considérant que le principe d'Avogadro-Ampère n'est applicable aux gaz que dans des conditions suffisamment éloignées de celles où ils se liquéfient, propose de lui donner la forme suivante: « A des températures et sous des pressions correspondantes, tous les gaz ont le même volume moléculaire ». Il vérifie les conséquences de ce principe pour un certain nombre de gaz. — M. **F. Wallerant** indique une méthode de mesure des indices de réfraction des minéraux des roches. Lorsqu'on applique une face plane d'un cristal contre la base d'un prisme d'indice plus élevé, certains rayons lumineux, entrant par l'une des faces latérales du prisme, subissent, sur la face de contact, la réflexion totale. En mesurant l'angle de sortie du premier rayon lumineux subissant la réflexion totale, on peut en déduire l'indice de réfraction du cristal. — MM. **M. Berthelot** et **G. André** ont étudié le précipité qui se forme dans le dosage de l'acide pyrophosphorique lorsqu'on ajoute à ce dernier du chlorure de magnésium, du chlorhydrate et de l'acétate d'ammoniaque en grande quantité. Le précipité est constitué par le mélange suivant:

$$3\,P^2O^7Mg^{1,5}(AzH^4) + P^2O^7Mg^{1,5}Na;$$

il contient tout le phosphore, mais, en raison de sa complexité, il doit être dissous, transformé en phosphate ammoniaco-magnésien normal, puis calciné et pesé définitivement à l'état de P^2O^7Mg. — MM. **M. Berthelot** et **G. André** ont fait l'étude de l'acide métaphosphorique; le métaphosphate de soude vitreux est relativement stable dans ses dissolutions, maintenues au voisinage de la température ordinaire; le métaphosphate préparé à 280° se transforme bien plus rapidement, l'acte seul de sa dissolution dans l'eau glacée en a changé déjà 45 centièmes en pyro et ortho-phosphate; une fois dissous, il se métamorphose plus lentement. L'acide métaphosphorique libre, préparé par déshydratation de l'acide ortho-cristallisé, donne lieu à des observations analogues. — M. **P.-P. Dehérain** a étudié la réduction des nitrates dans la terre arable par des ferments qui existent dans le fumier des animaux. L'action de ces ferments dénitrificateurs est réelle, mais elle n'est intense que lorsqu'ils sont en nombre très considérable, ce qui n'arrive jamais pour les quantités de fumier qu'on répand généralement sur le sol. Il est donc inutile de traiter le fumier par l'acide sulfurique pour détruire ces ferments, comme on l'avait recommandé. — M. **R. Jarry**, par l'étude de la solubilité du chlorure d'argent dans l'eau ammoniacale, montre que les deux chlorures ammoniacaux AgCl, $3AzH^3$ et AgCl,1,5 AzH^3 possèdent dans l'eau la même tension de dissociation que dans le vide sec. — M. **E. Pinerua** indique les réactions colorées que donne l'acide β-naphtol-sulfurique avec l'acide tartrique, l'acide citrique, l'acide malique; il sert aussi à caractériser les nitrites et les nitrates alcalins. — M. **Marcel Delépine** signale une nouvelle méthode de préparation des amines primaires. Elle consiste à chauffer l'hexaméthylèneamine, dissoute dans le chloroforme, avec le chlorure ou l'iodure du radical de l'amine désirée. Le composé obtenu est ensuite dissous dans l'alcool et chauffé doucement avec de l'acide chlorhydrique. On obtient un mélange de formal diéthylique et de l'amine cherchée. — M. **H. Gautier** communique un procédé de dosage du bitartrate de potasse dans le vin. Il consiste à évaporer 100 c.c. de vin jusqu'à un très petit volume et à laisser déposer l'excès de tartre; celui-ci est recueilli et mélangé à une solution saturée de bitartrate de potasse d'un volume égal à celui auquel le vin avait été réduit; on dilue jusqu'à 100 c.c. et on dose l'acidité. — MM. **Dupont** et **Guerlain** ont fait l'étude de l'essence de basilic indigène. L'essence a été soumise à la distillation fractionnée; elle passe presque entièrement en deux portions, l'une entre 195° et 200°, l'autre entre 205° et 215°. La fraction 195-200° est constituée par du linalol gauche, la fraction 205-215° par de l'estragol. — MM. **P. Regnard** et **Th. Schlœsing fils** ont dosé l'azote et l'argon dans le sang recueilli à l'abri de l'air; d'un litre de sang, ils ont retiré 20,4 c.c. d'un mélange composé de 20 c.c. d'azote et 0,419 c.c. d'argon. On sait déjà que si l'azote extrait provenait d'une simple dissolution dans le sang au contact de l'air, il devrait s'y rencontrer, par litre de liquide, à la dose de 9 c. c. seulement; les expériences montrent qu'il en est de même pour l'argon; s'il était simplement dissous dans le sang, il ne devrait s'y trouver qu'à la dose de 0,24 c.c. par litre; la cause de cette surcharge d'azote et d'argon est encore à trouver.

3° Sciences naturelles. — M. **Magitot** étudie le problème de l'assainissement de la fabrication des allumettes; la méthode d'assainissement doit consister en deux ordres de moyens basés sur les deux facteurs des accidents, lesquels facteurs sont: 1° le *phosphorisme*; 2° la *nécrose*. Au phosphorisme, on opposera la *ventilation* des

ateliers par des moyens artificiels, assez puissants pour soustraire les ouvriers aux émanations toxiques, résultat d'ailleurs réalisé dans maintes industries similaires. A la nécrose, on opposera la *sélection ouvrière*, c'est-à-dire le recrutement et le maintien du personnel parmi les individus entièrement dépourvus de toute lésion de la bouche et de l'appareil dentaire, capable de fournir une porte d'entrée à la nécrose. — M. **Aug. Charpentier** a constaté que, dans les excitations lumineuses brèves, l'œil perçoit, autour du point lumineux, une irradiation ondulatoire colorée; les couleurs vont dans l'ordre du spectre, en commençant par le rouge. — M. **Ch. Henry** expose un nouveau procédé d'électrisation physiologique, qui consiste à transformer en courants alternatifs une succession de sons mélodiques et harmoniques. On se sert d'une boîte à musique, dont les vibrations sonores sont reçues sur un microphone; les vibrations du microphone font l'office d'interrupteur de la bobine. — MM. **J. Kunstler** et **A. Gruvel** ont étudié l'évolution des Urnes chez le Siponcle. On admet que les Urnes sont des éléments épithéliaux devenus libres et flottant dans le liquide de la cavité générale. Les auteurs montrent que l'Urne normale, telle qu'elle a été vue jusqu'à présent, ne représente qu'un stade particulier de toute une série évolutive. Par un développement ultérieur, elle se métamorphose en un vaste disque à mouvements chancelants, qui redonne naissance à de petites Urnes. — M. **L. Mangin** a constaté l'existence de la gommose sur des branches sèches d'un Cacaoyer dont le dépérissement avait été attribué à des parasites. Chez le Cacaoyer, la formation de la gomme est à la fois intra-ligneuse, comme chez les Amygdalées, et corticale, comme chez les Acacias. — M. **P. Termier** donne la description du granite du massif du Pelvoux, qui constitue une entité pétrographique parfaite. La composition est à peu près celle d'un mélange de 25 % de quartz pur, 30 % d'orthose pur et 45 % d'albite pure. C'est une roche abyssique, à gros grain, de structure franchement granitique (structure hipidiomorphe grenue de Rosenbusch). LOUIS BRUNET.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Février 1897.

M. **Jobin** présente l'appareil du Capitaine **Dévé** pour la *vérification du dressage des canons de fusil*. Pour vérifier le dressage, on dirigeait autrefois le fusil vers le bord d'un corps opaque éclairé par derrière et on observait l'ombre noire, dite *cierge*, qui se produisait à l'intérieur; cette méthode devient d'un emploi difficile avec les calibres de 8 millimètres et de 6 millimètres. Le capitaine Dévé utilise un miroir métallique qui se déplace le long d'une génératrice et dont on suit l'inclinaison par autocollimation; la pièce qui porte le miroir est construite de façon que son axe ne change pas de direction quand elle rencontre les rayures du fusil. Par un procédé analogue on peut vérifier si un fusil tire bien, c'est-à-dire si, le guidon et le cran de hausse ayant des positions déterminées, la direction du dernier élément du fusil est la même que celle d'un appareil type; on se sert d'un miroir qu'on peut rendre rigoureusement perpendiculaire à l'axe du canon : l'autocollimation établie avec le fusil type doit subsister avec les autres quand on les place sur le même support. — M. **C.-E. Guillaume** signale que, dans le cas où l'axe d'un fusil n'est pas rectiligne, les résultats du tir ne sont pas ceux qu'on pourrait déduire de la direction du premier élément; on peut expliquer en partie les faits en remarquant que, dans un fusil du modèle 1886, il faudrait, pour produire une déviation de 0,001 sur les six derniers centimètres du canon, exercer sur la balle un effort de 11 kilos; la réaction de la balle est donc suffisante pour redresser en partie le canon et changer la direction du tir. — M. **H. Le Châtelier** présente un *appareil industriel pour la mesure des dilatations*. Ces mesures offrent un grand intérêt pratique, en particulier pour l'étude des verres; cependant nous ne possédons qu'un petit nombre de résultats. MM. Schott et Pulfrich ont entrepris une étude générale de la dilatation des verres d'Iéna en fonction de la composition chimique; les expériences ont été effectuées par une méthode voisine de celle de Fizeau. Le corps à étudier, étant porté par trois pointes, doit être parfaitement exempt de bulles pour qu'on puisse tailler une surface bien plane; cette homogénéité ne peut s'obtenir que dans des blocs extraits de masses considérables maintenues en fusion pendant vingt-quatre heures dans des fours de verrerie. Pour abréger les recherches, les auteurs ont admis *a priori* que le coefficient de dilatation d'un verre contenant une douzaine d'acides ou de bases était une fonction linéaire de la masse de ces corps; des expériences faites par M. Le Châtelier sur des borates de soude de constitution variable montrent que cette relation n'est pas exacte, même approximativement. Dans l'appareil présenté, le corps à étudier est maintenu par trois vis de pression au-dessous d'un trépied; la hauteur du bloc est de 2 centimètres environ et la longueur de la partie libre peut être déterminée au $\frac{1}{100}$ près; on produit les anneaux entre la surface inférieure et un plan de verre qui supporte le trépied. Le corps est chauffé dans une étuve à vapeur; on obtient une face suffisamment plane en l'usant pendant une minute sur une pierre dure; le léger poli ainsi obtenu occasionne une réflexion assez faible et les anneaux sont très visibles. Les expériences ont porté sur des alliages de cuivre et d'antimoine. La présence de petites quantités d'antimoine augmente notablement le coefficient de dilatation; l'alliage est alors parfaitement homogène. Cet accroissement devient moins rapide et change de signe, sans que la courbe présente de points anguleux. La variation devient ensuite linéaire en fonction des masses, mais l'aspect de l'alliage a complètement changé et l'on peut très bien distinguer les cristaux de régule d'antimoine $SbCu^2$ qui sont violets et les cristaux bleus d'antimoine. — M. **H. Pellat** a comparé les résultats de l'expérience à une *conséquence du théorème des états correspondants*. On peut mettre la chaleur latente de vaporisation λ sous la forme :

$$\lambda = Kf(x),$$

$f(x)$ étant une fonction de la température réduite qui est la même pour tous les corps et K une constante variable avec la nature du corps. L'expérience a fourni pour l'eau, le chloroforme, le sulfure de carbone, l'éther et l'anhydrite sulfureux des valeurs de λ que l'on peut mettre sous la forme :

$$\lambda = A(1 + ax + bx^2);$$

M. Pellat admet que l'on peut identifier cette formule empirique avec la précédente; le théorème des états correspondants exigerait alors que, pour la même valeur de x, λ fût la même fraction de A, ce qui ne se vérifie pas. — M. **Darzens** rappelle que van der Waals a donné l'équation

$$\frac{M\lambda}{T_c} = \varphi(x)$$

dans laquelle M est le poids moléculaire du corps et qu'on peut l'obtenir sans faire intervenir de forme particulière de l'équation caractéristique. Cette équation se vérifie pour des groupes de corps convenablement choisis. C. RAVEAU.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

SECTION DE NANCY

Séance du 17 Février 1897 (suite).

M. **Klobb** a reconnu que les acides alcoylphénacylcyanacétiques sont aisément décomposés par les alcalis

à chaud. Le dédoublement est très net et se fait suivant l'équation :

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - C(C^nH^{2n+1})\begin{cases}CAz\\COOH\end{cases} + 3\,KOH = CO^3K^2$$

$$+ AzH^3 + C^6H^5 - CO - CH^2 - CH\,(C^nH^{2n+1}) - COOK.$$

Il suffit d'employer la quantité théorique de potasse et de chauffer 1 à 2 heures au bain-marie. M. Klobb a obtenu ainsi trois nouveaux termes de la série des acides $C^nH^{2n-10}O^3$, les acides méthyl, éthyl et propylphénacylacétiques. L'acide benzylphénacylacétique a été préparé de la même manière. Tous ces acides cristallisent bien; il se sublime sans décomposition. Cette réaction est tout à fait semblable à celle qui a déjà permis à l'auteur de préparer l'acide phénacylacétique (benzoylpropionique) en partant de l'acide phénacylcyanacétique :

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CH\begin{cases}CAz\\COOH\end{cases} + 3\,KOH = CO^3K^2 + AzH^3$$

$$+ H^2O + C^6H^5 - CO - CH^2 - CH^2 - COOK.$$

En faisant réagir la phénylcarbimide sur l'acide benzoylpropionique :

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CH^2 - COOH,$$

M. Klobb a obtenu, ainsi qu'on pouvait s'y attendre, d'après les recherches de M. Haller : 1° un anhydride acide; 2° l'anilide :

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CH^2 - CO - AzHC^6H^5.$$

Mais, dans ce cas particulier, l'action déshydratante de l'isocyanate de phényle ne se borne pas là, et on obtient en même temps un troisième corps qui répond à la formule

$$C^{16}H^{13}AzO = (C^6H^5 - CO - CH^2 - CH^2 - COAzHC^6H^5) - H^2O.$$

L'*anhydride* est brun, visqueux, incristallisable. Sous l'influence de l'eau bouillante, il reproduit peu à peu l'acide primitif, incolore et fondant à 116°. L'*anilide* est en petites lamelles blanches, fusibles à 146°. Quant au corps $C^{16}H^{13}AzO$, il cristallise en petites aiguilles d'un beau jaune orangé fusible à 188°. On peut provisoirement lui attribuer une formule telle que :

$$\begin{array}{c} Az\,C^6H^5 \\ C^6H^5 - C \diagup\!\!\!\diagdown C\,(OH) \\ \| \qquad\quad \| \\ CH - CH \end{array}$$

qui en fait un diphényloxypyrrhol. — MM. **A. Haller** et **P.-Th. Muller** ont repris leurs expériences ébullioscopiques[1] relatives aux couleurs du triphénylméthane, et que M. Miolati[2] ne semblait pas pouvoir confirmer en ce qui concerne la parafuchsine. Avec un autre thermomètre, construit par Baudin, ils ont trouvé les mêmes résultats qu'en 1895, c'est-à-dire qu'à la dilution de $\frac{1}{10}$ de molécule par litre les trois couleurs étudiées (chlorhydrates de rosaniline, violet de Paris et rhodamine) se comportent comme des molécules non dissociées. A des concentrations plus fortes, l'ébullioscopie indique même la formation de complexes. Dans les liqueurs plus diluées, il semble y avoir ionisation ou hydrolyse sans que, pour la parafuchsine et le violet, on puisse décider entre les deux ordres de dissociation Quant à la rhodamine, l'hydrolyse est démontrée nettement par la conductibilité, ainsi que les auteurs l'ont déjà annoncé[3].

[1] *Comptes rendus*, t. CXX, p. 410, 1895.
[2] *Berichte*, t. XXVIII, p. 1697.
[3] *Association française pour l'avancement des sciences*. Congrès de Bordeaux, 1895, vol. I, p. 246.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

J.-A. Fleming, F. R. S., *Professeur à University College* (*Londres*) et **J. Dewar**, F. R. S., *Professeur de Chimie à la Royal Institution :* **Sur la perméabilité magnétique et la constante diélectrique de l'oxygène et de l'air liquides.** — M. Dewar signalait, il y a quelques années, les remarquables propriétés magnétiques de l'oxygène liquide. Les recherches qui suivent ont eu pour but l'étude numérique de ces propriétés et, en particulier, la détermination de deux constantes importantes : la perméabilité magnétique et la constante diélectrique. Elles ont permis, en outre, la vérification, pour l'oxygène liquide, de la loi de Maxwell qui relie l'indice de réfraction aux deux constantes précitées.

I. — *Détermination de la perméabilité magnétique.* — Les auteurs ont employé la méthode suivante : Ils ont construit un petit transformateur à circuit fermé dont le noyau pouvait être constitué d'abord par de l'oxygène liquide, puis, immédiatement après, par de l'oxygène gazeux à la même température. Le circuit primaire du transformateur était formé par un fil de cuivre pur, bien isolé, enroulé en spirales de forme rectangulaire autour d'un mince tube de cuivre jaune (fig. 1), et constituant ainsi un solénoïde circulaire fermé à une couche de fils. Les fils se touchaient presque à la circonférence intérieure, mais à l'extérieur ils s'écartaient et permettaient à l'oxygène liquide d'entrer par les ouvertures pour remplir le noyau annulaire interne. Autour du circuit primaire était enroulé sur deux couches un fil de cuivre isolé formant le circuit secondaire. Les deux circuits étaient séparés par des isolants de soie. Un courant de 50 ampères pouvait être lancé dans le circuit primaire, et produisait, à l'intérieur du solénoïde, une force magnétisante de plus de 200 unités C. G. S. Dans les expériences, le transformateur était d'abord placé dans l'oxygène liquide, puis on le relevait de façon à ce qu'il se trouvât dans la couche d'oxygène gazeux située au-dessus de l'oxygène liquide et ayant à peu près la même température que lui. On construisit une seconde bobine d'induction; elle était composée d'un circuit primaire et de deux circuits secondaires placés en série: l'un, plus grand, situé à l'extérieur du circuit primaire, l'autre, très petit, à l'intérieur du circuit primaire; le coefficient d'induction du primaire sur le secondaire pouvait être modifié à volonté en avançant ou en reculant le petit circuit secondaire à l'intérieur du primaire. Cette seconde bobine d'induction, appelée balance d'induction, était reliée au transformateur précédemment décrit de la façon suivante : Le primaire du transformateur était placé en série avec le primaire de la balance d'induction et les deux extrémités reliées par un commutateur à un circuit électrique, de façon à pouvoir lancer dans les deux primaires un courant d'intensité connue. Le secondaire du transformateur et le secondaire de la balance d'induction étaient reliés en opposition à travers un galvanomètre balistique très sensible, de telle manière que, lorsqu'on envoyait un courant dans les circuits primaires, le galvanomètre fut affecté par la différence

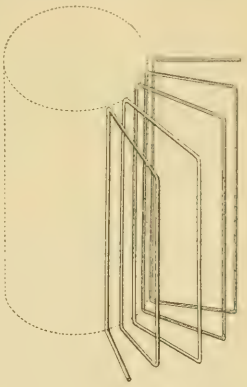


Fig. 1. — *Schéma de l'enroulement du fil primaire du transformateur.*

des courants induits dans les secondaires, différence qui pouvait être réglée au moyen du circuit secondaire intérieur mobile de la balance d'induction. — Dans les expériences, on procède comme suit : On enlève du circuit, au moyen de deux interrupteurs, le primaire de la balance d'induction, de façon à lancer le courant dans le transformateur seul et à observer la déviation du galvanomètre due à son seul effet. On rétablit alors le circuit entier et on balance ensuite exactement les forces électromotrices des deux secondaires de façon à ce qu'il n'y ait aucune déviation du galvanomètre; puis on plonge le transformateur dans l'oxygène liquide, et, comme la perméabilité magnétique de l'oxygène liquide est plus grande que l'unité, l'équilibre est détruit et l'on observe une déviation du galvanomètre (le courant primaire restant constant). On retire alors le transformateur du liquide pour le placer dans l'oxygène gazeux et on observe une nouvelle position de l'aiguille du galvanomètre; l'écart D de cette position avec la précédente est proportionnel à la différence de perméabilité magnétique de l'oxygène liquide avec l'oxygène gazeux. Donc, si un courant de A ampères circulant dans les deux primaires produit, quand les secondaires sont opposés, un écart D entre les deux indications du galvanomètre pour les deux positions du transformateur dans l'oxygène gazeux et dans l'oxygène liquide; si un courant de a ampères, circulant dans le primaire du transformateur seul produit un écart d du galvanomètre; si, enfin, μ est la perméabilité magnétique de l'oxygène liquide (celle de l'oxygène gazeux à la même température étant prise comme unité), on a la relation suivante :

$$A\frac{d}{a}\times\mu - A\frac{d}{a}\times 1 = D, \quad \text{d'où} \quad \frac{D}{\frac{A}{a}d} = \mu - 1.$$

On en déduit facilement la valeur de μ. Les auteurs ont pratiqué douze séries d'observations dont le tableau I donne le résumé :

TABLEAU I

VALEUR de A en ampères.	FORCE magnétisante en unités C. G. S.	VALEUR de $\frac{A}{a}d$ déduite des observations.	VALEUR de D lue au galvanomètre.	VALEUR DE μ calculée d'après la formule $\mu - 1 = \frac{D}{\frac{A}{a}d}$
8,037	32,3	1.734	4,33	1,00250
28,13	124,0	6.068	11,9	1,00246
37,8	165,4	8.153	21,18	1,00260
36,8	161,0	7.938	23,57	1,00297
50,5	220,9	10.894	32,98	1,00304

Les valeurs de la perméabilité magnétique données ci-dessus n'ont pas toutes le même degré d'exactitude. Les deux premières, obtenues avec des courants d'intensité faible, produisant de très petites déviations, ne sont qu'approximatives; au contraire, les trois dernières doivent être considérées comme très exactes; leur moyenne donne pour μ la valeur 1,00287 à $\pm$ 0,0002 près. Le nombre 1,00287 exprime donc le rapport entre la perméabilité magnétique de l'oxygène liquide et celle de l'oxygène gazeux à peu près à la même température. La méthode employée ne permet pas de trouver la différence entre la perméabilité de l'oxygène gazeux à — 182° (trois fois plus dense que l'oxygène à 0°) et celle de l'oxygène à la température ordinaire et à la pression normale. M. P. Curie a montré, il est vrai, que la susceptibilité magnétique de l'oxygène est fonction de la température absolue entre 0° et + 452°; mais il est peu probable que cette loi se vérifie au-dessous de 0° jusqu'à — 182°, car les valeurs qu'on en déduirait pour la perméabilité magnétique seraient invraisemblables. En l'état actuel, le nombre 1,00287 doit donc être considéré comme la valeur la plus approchée de la perméabilité magnétique de l'oxygène liquide [1]. — Les auteurs ont déterminé, par le même procédé, la perméabilité magnétique de l'air liquide; ils ont obtenu la valeur 1,00240, presque égale à celle de l'oxygène. Ce résultat n'est pas surprenant, l'air liquide étant constitué presque entièrement par de l'oxygène liquide; il confirme, d'autre part, l'exactitude des résultats obtenus avec l'oxygène.

II. — *Détermination de la constante diélectrique.* — MM. Flemming et Dewar ont employé une méthode qui n'est généralement applicable qu'aux liquides très isolants. Cette méthode nécessite la construction d'un petit condensateur particulier [2], pouvant être plongé dans un liquide, et dont on mesure la capacité lorsque le diélectrique situé entre les plaques est de l'air gazeux, puis de l'oxygène ou de l'air liquide et enfin de l'oxygène ou de l'air gazeux à la même température. Pour déterminer la capacité de ce petit condensateur, on le charge à un haut potentiel (environ 100 volts), puis on le décharge une dizaine de fois dans un condensateur à mica plus grand et bien isolé, ayant une capacité d'environ 0,5 microfarad; le grand condensateur est ensuite déchargé dans un galvanomètre balistique. Pour la charge du petit condensateur et ses décharges successives dans le grand, il faut faire usage d'un commutateur spécial et très bien isolé. Le succès de la méthode dépend entièrement de l'absence de pertes dans les condensateurs, surtout dans l'intervalle qui s'écoule entre la charge du petit condensateur et sa décharge dans le grand [3]. — Si un condensateur de capacité C' est chargé à un potentiel V, puis déchargé n fois dans un condensateur plus grand de capacité C, la quantité d'électricité Q contenue dans le grand condensateur après les n décharges est donnée par la formule :

$$Q = C'V\,(m + m^2 + m^3 + \ldots\ldots + m^n), \quad \text{où } m = \frac{C}{C + C'}.$$

On en déduit :

$$Q = C'V\,\frac{m}{1 - m}\,(1 - m^n).$$

La capacité C' du petit condensateur peut être considérée comme formée de deux parties. Une de ces parties est celle qui change lorsque l'oxygène liquide est substitué à l'air gazeux comme diélectrique; si K est la constante diélectrique de l'oxygène liquide rapportée à celle de l'oxygène gazeux à la même température et si c est la capacité de cette partie du condensateur, Kc sera la capacité dans l'oxygène liquide. L'autre partie

[1] Les auteurs expérimentent cependant en ce moment une autre méthode qui leur donnera directement la constante cherchée avec une grande approximation. Cette méthode consiste à mesurer la force mécanique qui agit sur une sphère (faite d'un corps dont la susceptibilité magnétique est faible et connue) lorsqu'elle est suspendue, soustraite à l'action de la gravité, dans l'oxygène liquide et soumise à un champ magnétique variable. Par ce moyen, on pourra en outre déterminer l'influence de la variation du champ électrique sur la perméabilité. On se rappellera que les dernières expériences de M. J. Townsend (voir *Revue gén. des Sciences* du 15 nov. 1896, page 929) ont montré que la perméabilité magnétique des solutions de sels de fer est indépendante du champ magnétique pour des forces variant de 1 à 9 unités C. G. S.

[2] Ce petit condensateur est constitué par dix-sept plaques d'aluminium, séparées par de petits morceaux de crown; les plaques étaient reliées deux à deux alternativement : huit formaient la surface positive et neuf la surface négative. Ce condensateur avait une capacité de 0,001031 microfarad à 15° dans l'air gazeux.

[3] Les auteurs ont recherché si cette condition était réalisée dans l'appareil qu'ils employaient. Pour cela, le petit condensateur était chargé, puis abandonné pendant trois quarts d'heure; au bout de ce temps, il n'avait perdu que 15 % de sa charge. Les expériences ne durant que deux secondes, la perte de charge était donc inappréciable pendant cet intervalle. Dans l'oxygène liquide, l'isolement était encore meilleur.

de la capacité totale est celle des séparateurs en verre; leur surface est la centième partie de la surface totale et leur constante diélectrique à —182° est de 5,0. Leur capacité dans l'oxygène liquide sera donc $\frac{5c}{100}$; elle sera identique dans l'oxygène gazeux à la même température. Donc, quand le petit condensateur est placé dans l'oxygène liquide, sa capacité C′ est égale à

$$Kc + 0{,}05\,c, \quad \text{ou } (K + 0{,}05)\,c,$$

et la quantité d'électricité Q qui passe dans le grand condensateur après n décharges est :

$$Q = Vc\,(K + 0{,}05)\,\frac{m}{1-m}\,(1 - m^n) = Vc\,(K + 0{,}05)\,M$$

$$\text{où } m = \frac{C}{C + K + 0{,}05\,c} \quad \text{et } M = \frac{m}{1-m}\,(1 - m^n).$$

Quand le petit condensateur est retiré de l'oxygène liquide pour être placé dans l'oxygène gazeux situé au-dessus, sa capacité devient $c + 0{,}05\,c = 1{,}05\,c$, et la quantité Q′ d'électricité envoyée dans le grand condensateur après n décharges est donnée par la formule :

$$Q' = Vc\,(1{,}05)\,\frac{m'}{1-m'}\,(1 - m'^n) = Vc\,(1{,}05)\,M',$$

$$\text{où } m' = \frac{C}{C + 1{,}05\,c} \quad \text{et } M' = \frac{m'}{1-m'}\,(1 - m'^n).$$

Dans chaque cas, le grand condensateur est déchargé sur un galvanomètre balistique dont les indications θ et θ' sont proportionnelles aux quantités Q et Q′ d'électricité qui lui ont été envoyées. On a :

$$(1) \qquad \frac{\theta}{\theta'} = \frac{Q}{Q'} = \frac{K + 0{,}05}{1{,}05} \cdot \frac{M}{M'}.$$

Le rapport $\frac{\theta}{\theta'}$ est donné par l'observation. La résolution complète de l'équation demanderait la connaissance de M et de M′ qui sont des fonctions compliquées de K. Toutefois on sait que le rapport $\frac{M}{M'}$ n'est pas bien éloigné de l'unité. Une expérience préliminaire ayant montré que K se rapproche de 1,5, on en déduit par le calcul que le rapport $\frac{M}{M'}$ équivaut à peu près à $\frac{1{,}030}{1{,}019}$. Le tableau II donne le résultat de quelques expériences, c'est-à-dire les valeurs de θ et de θ' :

TABLEAU II

	POTENTIEL initial en volts du petit condensateur.	DÉVIATION du galvanomètre après dix décharges du petit condensateur.	DÉVIATION précédente du galvanomètre réduite à un potentiel de 100 volts.
Exp. I. — Condensateur à la température ordin.	103,3 103,2 103,2	7,7 7,75 7,75	7,45 7,51 7,51
Exp. II. — Condensateur dans l'oxygène liquide à —182°.	103,15 103,1 103,1 103,0	11,3 11,25 11,27 11,27	10,96 10,91 10,93 10,94
Exp. III. — Condensateur dans l'oxygène gazeux refroidi à —182°.	101,3 101,2 101,2 101,2 101,2	7,65 7,6 7,6 7,58 7,56	7,55 7,51 7,51 7,49 7,51

De ces expériences et de plusieurs autres, on déduit que $\theta = 10{,}903$ et $\theta' = 7{,}502$. Si l'on remplace, dans la formule (1), le rapport $\frac{\theta}{\theta'}$ par $\frac{10{,}903}{7{,}502}$, on obtient pour K la valeur 1,491, c'est-à-dire que « la constante diélectrique de l'oxygène liquide rapportée à celle de l'oxygène gazeux à la même température est égale à 1,491 ». Pour déterminer la constante diélectrique absolue de l'oxygène liquide (c'est-à-dire rapportée au vide), il faudrait connaître celle de l'oxygène gazeux à — 182° rapportée à la même unité. Or celle-ci, calculée d'après les données de Boltzmann et Klémencic pour la constante diélectrique absolue de l'air (en supposant que la valeur K — 1 varie comme la pression) est d'environ 1,002. En tenant compte de cette correction, la valeur de la constante diélectrique absolue de l'oxygène liquide devient 1,493. — Des recherches analogues faites avec de l'air liquide ont donné comme valeur de la constante diélectrique absolue 1,495, nombre peu différent de celui de l'oxygène liquide, pour les raisons déjà mentionnées.

III. *Vérification de la Loi de Maxwell.* — On sait que, d'après Maxwell, le produit de la constante diélectrique par la perméabilité magnétique d'un corps doit être égal au carré de l'indice de réfraction pour des ondulations de longueur d'onde infinie. MM. Liveing et Dewar ont déterminé, il y a quelques années, les indices de réfraction de l'oxygène liquide pour un grand nombre de radiations de diverses longueurs d'onde ; par une formule connue, on déduit de ces déterminations la valeur de l'indice de réfraction pour une radiation de longueur d'onde infinie ; elle est égale à 1,2181, dont le carré est 1,4837. D'autre part, le produit de la constante diélectrique K = 1,491 par la perméabilité magnétique $p = 1{,}00287$ est égal à 1,495 ; ce produit concorde sensiblement avec le carré précédent. L'oxygène liquide obéit donc bien à la loi de Maxwell.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Janvier 1897.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Rapport sur un mémoire de M. **A. Pannekoek**, intitulé : *Untersuchungen über den Lichtwechsel von β Lyræ*, (Etude sur le changement d'éclat de β Lyre). L'auteur corrige la formule $T + aE + bE^2 - cE^3$ donnée par Argelander, d'après des observations faites depuis 1784 jusqu'à 1895 embrassant 3.129 périodes, en appliquant la méthode des moindres carrés.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **J.-D. van der Waals** communique que les résultats des expériences de M. A. Smits (voir *Revue gén. des Sciences*, t. VIII, p. 123) l'ont excité à examiner s'il est compatible avec la théorie moléculaire d'une substance composée de deux matières différentes développée par l'auteur (voir *Arch. Néerl.*, t. XXIV) que l'état moléculaire de la matière solvante exerce de l'influence sur le montant de la diminution de la pression de la vapeur, en particulier dans le cas d'une raréfaction extrême. Cette théorie se base sur l'exactitude des principes de l'équilibre indiqués par M. Gibbs, notamment sur le théorème, sans doute de rigueur, qu'une quantité donnée de matière à une température donnée se place dans un espace donné de manière que l'énergie libre soit minimum. Puis, pour trouver l'énergie libre des mélanges, elle accepte le paradoxe de Gibbs en admettant qu'on trouve l'entropie d'un mélange de matières gazeuses rares contenues dans un espace en prenant la somme des entropies qui correspondent aux divers cas de ce même espace contenant chacune de ces matières l'une après l'autre. Aussi ce principe est au-dessus de tout doute, la correspondance entre la théorie et les expériences offrant un support inébranlable pour les résultats des spéculations. La variation de la pression de la vapeur à un degré extrême de raréfaction est donnée par la formule $(1 - x)\,dp + p\,dx = 0$, où x représente le pourcentage du nombre des molécules de la matière dissoute par rapport au nombre total des molécules, pourvu que la matière solvante et la matière dissoute consistent en molécules invariables. De plus, si la matière dissoute admet une décomposition en ions, tandis que la matière

solvante garde l'invariabilité de ses molécules, on trouve que l'abaissement de la pression peut atteindre à la limite la valeur double. Les expériences de M. Smits exigent donc que la théorie en question soit étendue encore d'une autre manière. Pour cela, l'auteur s'est demandé si la supposition nouvelle de la variabilité des molécules de la matière solvante peut mener à une valeur différente de 2. D'abord cette supposition est bien invraisemblable. Car on peut prouver de plusieurs manières que seulement le volume de la molécule de cette matière peut influencer l'abaissement de la pression. Néanmoins l'auteur a préféré évaluer directement la variation de la pression pour montrer par un exemple la modification de la valeur de l'énergie libre d'un mélange causé par d'autres groupements de molécules. Au lieu d'une décomposition des molécules, il s'occupe d'une association de molécules. Ainsi il étudie le cas d'un mélange de x molécules de la matière dissoute sur $1 - x$ molécules de la matière solvante, où y des x molécules se sont décomposées en $2y$ ions, tandis que $2z$ des $1 - x$ molécules se sont transformées en z molécules doubles. A ce cas correspond la formule :

$$-\frac{dp}{dx} = \frac{2x}{2x - y} + \frac{x}{1 - x + 2z}$$

qui ramène au facteur 2 dans le cas d'une x infiniment petite quand $\frac{y}{x} = 1$ d'après la formule de la dissociation. Une autre association de molécules ne change rien au résultat, autant qu'on ne s'imagine un groupement plus compliqué. Toutefois on peut prouver que la limite attribuée à ce facteur par l'abaissement de la pression doit être égale à celle que l'on obtient à l'aide de l'abaissement du point de congélation, de manière qu'un désaccord entre les résultats acquis suivant les deux chemins prouve incontestablement qu'au moins une des deux observations est fausse, etc. — M. **H. Haga** présente la thèse de M. **D. Dijken** intitulée : *La réfraction moléculaire des dissolutions diluées de sels.* — M. **H. Kamerlingh Onnes** donne lecture d'une lettre de M. **E. van Aubel** revendiquant pour M. Ch. Fievez la priorité de quelques expériences, qui ont mené M. P. Zeemann à des considérations théoriques de haute importance (voir *Revue gén. des Sciences*, t. VIII, p. 39). — M. **J.-M. van Bemmelen** poursuit une communication antérieure (voir *Revue gén. des Sciences*, t. VII, p. 1071) sur la teneur en $CaFl_2$ d'un os fossile d'éléphant,—trouvé dans la même couche tertiaire de Java, où M. Eugène Dubois a découvert les restes du *Pithecantropus erectus*, — en décrivant succinctement les résultats qu'il a déduits de l'analyse complète, microscopique, qualitative et quantitative de cet os. Non seulement du pyrite dendritique et du carbonate de chaux cristallisé se sont déposés dans les cavités du tissu, mais, en outre, le phosphate tribasique s'est enrichi d'une quantité considérable d'oxydes basiques (CaO, MnO, Fe_2O_3). Ces oxydes doivent être enlevés à l'eau qui baignait la couche et qui les a contenus comme carbonates. Leur acide carbonique a été mis en liberté. Ces oxydes ne forment nullement avec le phosphate une combinaison chimique selon un rapport atomique ou moléculaire. D'après les chiffres des analyses, aussi exactes que possible, il faut qu'ils soient absorbés, de la manière et en accord avec les lois de l'absorption que l'auteur a exposées antérieurement, lors de ses recherches sur les combinaisons d'absorption que les substances colloïdales ou amorphes forment avec des bases, des acides, des sels. Il rappelle spécialement les expériences où un colloïde a absorbé la base d'un sel alcalin en solution, tandis que l'acide (carbonique ou même sulfurique) a été mis en liberté. Un exposé plus ample paraîtra sous peu dans un journal de chimie. M. **A.-P.-N. Franchimont** offre un mémoire : *Sur le point de fusion des matières organiques.*

3° Sciences naturelles. — Avec l'aide de M. **H.-W.-F.-C. Woltering**, M. **Th.-W. Engelmann** a recherché si la vitesse de propagation de l'onde musculaire est indépendante ou non de l'intensité de l'excitation. En se servant, pour localiser les irritations électriques, de sa méthode d'atténuation extrapolaire (voir *Revue gén. des Sciences*, t. VII, p. 48), l'auteur, à l'aide de sa méthode graphique, a pu décider la question pour le muscle couturier de la grenouille. La vitesse s'est montrée la même pour toutes les intensités d'irritation situées entre le maximum de raccourcissement et le minimum permettant des mesures exactes (à peu près 5 % du maximum). Les valeurs absolues pour le muscle frais, se trouvant *in situ* et parcouru de sang, à une température de 15° à 22° C., montent jusqu'à 6 mètres par seconde, et surpassent donc de 1 à 2 mètres les valeurs maxima trouvées jusqu'ici chez le muscle isolé (Bernstein 4,7, Hermann 3,8). Après l'excision du muscle, la vitesse s'abaisse d'abord assez vite (dans un quart d'heure à une demi-heure jusqu'à environ 3 à 2 mètres), plus tard, lentement. L'indépendance de la vitesse de l'onde de l'intensité de l'irritation semble prouver que ce processus de propagation doit être autre chose que la propagation d'une espèce d'explosion chimique, comme le croient beaucoup de physiologistes. — Ensuite, M. **Engelmann** présente, en son nom et au nom de M. **C.-A. Pekelharing**, la seconde partie du t. IV, série IV, des *Recherches faites au Laboratoire physiologique d'Utrecht.* — **J. Lorié** : *Communications sur des forages du sol aux Pays-Bas.* — M. **J.-W. Moll** : *La tenue de livres des plantes d'un jardin botanique.* — M. **Th. Place** présente un mémoire de M. **Eugène Dubois** : *Le rapport entre le poids du cerveau et le volume du corps des Mammifères.* Rapporteurs : MM. C.-K. Hoffmann et Th. Place. — Enfin M. Engelmann offre, au nom de M. **E. G. A. ten Siethoff**, l'explication du phénomène entoptique trouvé par M. Zeeman (*Zeitschrift f. Psych. und Phy. d. Sinnesorg*, T. VI, 1894, p. 233) qu'on observe en regardant au travers d'une fente une lumière, de préférence jaune monochrome. On voit alors une courbe pyriforme luisante bleue-violâtre dont l'axe est perpendiculaire au milieu de la fente. Vu de l'œil droit le bout pointu de la figure se trouve du côté droit, tandis que le bout opposé s'étend un peu au delà de la fente. L'observation est très facile en lumière jaune ou blanche, mais M. Zeeman a su la faire avec chacune des trois raies de l'hydrogène. Suivant les recherches de M. ten Siethoff, il s'agit d'une image de la tache jaune (macula lutea) et de la région qui l'entoure immédiatement, une image consécutive complémentaire, provoquée par l'excitation des éléments de perception situés derrière la tache. Cette image est toujours d'une couleur violette, quelle que soit la couleur de la lumière observée ; cela s'explique par la remarque que dans cette région il règne toujours une teinte jaunâtre. Les bords clairs violacés (la courbe de Zeeman) de la figure ovale grise-violâtre doivent leur existence aux bourrelets (Randwülste) de Bergmann et apparaissent très distinctement par la dispersion de la lumière sur ces bourrelets. Pour observer le phénomène on doit éclairer diffusément la macula. Parce que cette tache se trouve en dehors de la papille du nerf optique (du côté temporal) et que les bourrelets de Bergmann s'étendent entre la macula et la papille, le rayon lumineux doit frapper la rétine en dehors de la tache (encore plus du côté temporal). A cette fin on doit placer la fente luisante du côté nasal du point fixé. On doit se servir d'une fente verticale et ne fixer jamais la fente elle-même. La courbe lumineuse est interrompue au bout pointu de l'ovale (où se trouve la tache de Mariotte). Sa naissance est indépendante de la longueur de la fente. L'auteur remarque que le phénomène prouve incontestablement que les bâtonnets et les cônes sont les éléments de perception proprement dits.

P.-H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à la Société Royale d'Edimbourg. — Tout récemment (28 février) nous faisions connaître l'élection de M. Amagat à la Société Royale de Londres. Aujourd'hui nous avons le plaisir d'annoncer que la Société Royale d'Edimbourg, l'une des plus célèbres Académies de l'Europe, vient de s'adjoindre notre éminent collaborateur à titre d'Associé étranger.

La Médaille d'or de la Société Astronomique de Londres. — La Société Astronomique de Londres vient de décerner sa médaille d'or à M. Barnard, directeur de l'Observatoire de Lick au Mont Hamilton (Etats-Unis). Cette haute récompense vise notamment la découverte, faite par M. Barnard, du cinquième satellite de Jupiter, et aussi de plusieurs comètes, dont l'une porte le nom du célèbre astronome.

La Médaille Bessemer. — On sait que la grande Société à la fois scientifique et industrielle *Iron and Steel Institute* tient tous les ans une réunion amicale destinée principalement à fêter les hommes qui ont le plus fait pour le progrès de l'industrie du fer et de l'acier. La Société tiendra cette séance annuelle le 11 mai prochain et y décernera la médaille Bessemer pour 1897 à Sir Frederick A. Abel.

La Médaille d'or de la Société de Géographie de Saint-Pétersbourg. — La Société de Géographie de Saint-Pétersbourg vient de décerner sa grande médaille d'or à M. Moureaux, chef des observatoires magnétiques à l'Observatoire météorologique du Parc de Saint-Maur.

En outre, S. M. l'Empereur de Russie, voulant marquer d'une façon toute particulière en quelle haute estime les météorologistes russes tiennent les travaux de M. Moureaux, confère à notre savant compatriote le cordon de l'Ordre de Stanislas.

§ 2. — Nécrologie

Savants récemment décédés. — La Science a récemment perdu : MM. le Professeur Franz Baur, professeur des Forêts à l'Université de Munich; l'ornithologiste Henri Gatke, qui a publié ses observations d'un demi-siècle sur la migration des oiseaux dans son ouvrage « Héligoland comme observatoire ornithologique »; le Dr E.-A.-B. Lundgren, Professeur de Géologie à l'Université de Lund; le Dr Hermann von Nördlinger, ancien Professeur des Forêts à l'Université de Tübingen; A.-A. van Bemmelen, Directeur du Jardin Zoologique de Rotterdam, et pendant longtemps président de la Société Zoologique des Pays-Bas; le Dr Auguste Streng, Professeur de Minéralogie à l'Université de Giessen ; le Dr Salvatore Trinchese, Professeur d'Anatomie comparée à l'Université de Naples,

Le célèbre mathématicien Sylvester est mort le 15 mars dernier à Oxford. Le 20 est décédé à Paris M. Antoine d'Abbadie, ancien président de l'Académie des Sciences. La *Revue* consacrera prochainement une Notice à la vie et à l'œuvre de chacun de ces deux savants.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

Revue de Mécanique. — Nous sommes heureux d'annoncer l'apparition récente d'une importante publication, — la *Revue de Mécanique*, — publiée sous la direction technique de MM. Haton de la Goupillière, Bienaymé, Bourdon, Brüll, Collignon, de Comberousse, Flamant, Hirsch, Imbs, Linder, Raffard, Rozé et Sauvage, — et qui a pour Secrétaire de la Rédaction notre très distingué collaborateur, M. Gustave Richard.

Ce recueil a pour but de « concentrer, dans un format qui ne soit ni trop coûteux ni trop encombrant, la plus grande quantité possible de renseignements réellement utiles » aux mécaniciens; il ne décrit pas seulement les appareils ou procédés de construction mécanique; il fait aussi large place aux études scientifiques et aux théories qui ont la Mécanique générale pour objet. Il s'impose, en outre, de donner à ses lecteurs d'une façon régulière une bonne bibliographie des travaux et inventions relatifs à cette science.

Chaque livraison de la *Revue de Mécanique* comprend : 1° un ou plusieurs *articles de fond* traitant des questions d'un intérêt général et actuel; 2° des *articles de revision* successivement consacrés aux principales branches de

la Mécanique appliquée : moteurs à gaz, à vapeur, etc.; machines marines, etc. ; machines-outils, armes de guerre, etc., etc.; 3° une *chronique* consacrée aux informations et à la bibliographie [1].

Les navires de guerre de la marine allemande. — L'énorme crédit de 410 millions demandé par l'amiral Hollmann, Ministre de la Marine, au Parlement de l'Empire d'Allemagne, fait relire, en ce moment, les articles que l'un des officiers les plus distingués de la marine française, M. A. Croneau, professeur à l'Ecole d'Application du Génie maritime, a consacrés ici même aux nouveaux bâtiments de guerre des Etats-Unis, de l'Italie et de l'Allemagne [2].

On se souvient que notre collaborateur, recueillant de tous côtés divers indices de constructions navales secrètement entreprises par les Italiens et les Allemands, était arrivé à dépister chez nos voisins la fabrication d'engins d'attaque d'une puissance jusqu'alors inusitée, et d'un système corrélatif de défense. Il a montré la très grande importance que prennent depuis quelques années dans l'armement maritime de ces deux peuples, d'une part, les obus à grande charge d'explosifs, d'autre part, les superstructures et les hauts blindages opposés à ce genre de projectiles.

Lorsque M. Croneau publia ces faits dans la *Revue*, tout le personnel scientifique et technique de notre marine s'en émut; mais il se produisit, à ce sujet, dans l'Administration, deux courants d'opinion très différents. Tandis que quelques hommes politiques et un certain nombre d'officiers supérieurs, reconnaissant le bien fondé des assertions de M. Croneau, provoquaient, en conséquence, une orientation nouvelle des idées au Ministère de la Marine, spécialement en ce qui concerne les progrès à réaliser dans la construction des navires et dans l'artillerie, les bureaux opposèrent à cette tentative une résistance d'inertie, qui a fini par triompher.

Il en résulte qu'à l'heure actuelle nos navires ne sont ni pourvus des engins perfectionnés que possèdent les bâtiments de guerre italiens et allemands, ni protégés comme ceux-ci contre les nouveaux agents de destruction.

Il y a deux ans, la flotte britannique était, à peu près, dans le même cas que la nôtre. Mais, justement émue des révélations de M. Croneau, l'Amirauté anglaise s'empressa de les vérifier; bientôt édifié par elle sur ce qui se passait en Allemagne, le Parlement vota immédiatement les millions nécessaires pour opérer, dans le sens indiqué par notre collaborateur, la réfection des vaisseaux et de l'artillerie navale du Royaume-Uni.

Cet exemple n'aurait-il pas quelque chance d'être suivi en France si, parmi les fonctionnaires ministériels, à côté des administrateurs et des praticiens, confinés dans l'exercice étroit de leur métier, se trouvaient un peu plus représentés les officiers des armes savantes voués aux études éminemment scientifiques que requièrent la construction navale et la balistique ?

Louis Olivier.

La navigation de la Loire. — M. Léchalas, inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, a montré dans cette *Revue* [3] qu'on peut améliorer la navigation de la Loire par une transformation méthodique, basée sur le tracé des rives. Les principes sur lesquels il s'appuie ont été posés par M. Fargue, inspecteur général des Ponts et Chaussées, et peuvent se résumer ainsi :

1° Toute surface résistante, heurtée plus ou moins obliquement par le courant, devient un centre de concentration de quantité de mouvement et, si le fond est mobile, d'affouillement. Il s'ensuit que dans un fleuve sinueux le chenal se creusera toujours le long de la rive concave. Mais la forme de cette rive n'est pas indifférente. Elle doit présenter une courbure régulière, sans variation brusque, et la succession des courbes doit être convenablement appropriée à la largeur du lit et à la vitesse du courant;

2° Aux points d'inflexion du courant correspondent toujours des seuils, qu'on peut faire disparaître en rétrécissant le lit en ces points.

Ces principes sont évidemment applicables à la Loire, dont le fond est aussi mobile que possible, puisqu'il est formé d'un sable très fin. Si donc les rives étaient régularisées suivant des courbes tracées conformément aux principes de M. Fargue, le chenal se creuserait le long des rives concaves et offrirait toujours en ces points un tirant d'eau suffisant pour la navigation.

Il ne resterait qu'à créer un chenal à travers les seuils qui subsistent aux points d'inflexion. Mais on ne peut pas songer à l'obtenir en rétrécissant le lit de la Loire par des travaux permanents, parce que la violence des crues du fleuve serait rendue encore plus dangereuse. Là est la difficulté.

M. Léchalas a proposé de tourner cette difficulté en n'opérant le rétrécissement que sur un lit mineur formé de deux lignes de digues continues, s'appuyant sur les rives concaves régularisées et présentant aux changements de courbure les rétrécissements convenables. Pour éviter d'augmenter le danger des inondations, les digues ne seraient élevées qu'à 1 mètre au-dessus de l'étiage. Cette précaution atténuerait sensiblement le danger; on peut craindre cependant qu'elle ne l'ait pas fait complètement disparaître et que le lit mineur, submergé pendant les hautes eaux, ne contribue à augmenter la violence des crues et ne présente des écueils dangereux pour la navigation.

Mais on peut, en s'appuyant sur les mêmes principes, arriver à une solution peu différente qui ne présenterait pas les inconvénients ci-dessus.

La Loire, en effet, a pendant plus de six mois un débit très considérable et une hauteur d'eau qui permettrait à la navigation de ne se préoccuper ni du chenal ni des seuils. Ce n'est qu'au commencement de la période d'été qu'il est nécessaire d'assurer l'existence d'un chenal continu : c'est donc lorsque le niveau ne sera plus qu'à $2^{m},50$ environ au-dessus des seuils qu'il sera temps de se mettre à la besogne.

L'idée, qui va être développée ci-dessous, est, en somme, comme celle de M. Léchalas, de tourner la difficulté. Mais, au lieu d'opérer le rétrécissement du lit *partiellement*, on l'opérera *temporairement*. Et l'avantage, c'est qu'on n'exécutera le rétrécissement qu'au moment où il sera nécessaire et où, en même temps, il aura cessé d'être dangereux.

Considérons (fig. 1) une portion sinueuse de la Loire, et supposons que les rives aient été rectifiées d'après les principes de M. Fargue : les portions AB, CD sont tracées en courbes régulières, et il se produit naturellement des cuvettes profondes de *a* en *b* et de *c* en *d*. Il s'agit de relier ces deux cuvettes entre *b* et *c* à travers le seuil pour former un chenal continu.

Plaçons en BE (en Avril ou en Mai) une paroi oblique résistante, un barrage en bois de 100 mètres par exemple. Cette paroi oblique va créer un centre d'affouillement; mais, en même temps, elle va rétrécir la section d'écoulement, et la vitesse augmentera. Cette action s'ajoutant à la première, l'affouillement se produira le long de BE d'autant plus vite qu'on aura donné au barrage plus d'obliquité.

Par un phénomène bien connu et d'ailleurs facilement explicable, le sable se déposera derrière le barrage BE, c'est-à-dire dans la région voisine de Ee, tandis que le courant qui suivra la rive CD ne contiendra pas de sable.

Il est donc possible de compléter rapidement le che-

[1] La *Revue de Mécanique* est mensuelle; elle est éditée chez P. Vicq-Dunod et Cie, à Paris.

[2] A. Croneau : Les récents progrès de la Marine, dans la *Revue gén. des Sciences* du 30 mai 1895; et les récents travaux des « Naval Architects » Américains dans la *Revue* du 15 juillet 1896.

[3] Voir la livraison du 15 septembre 1896.

nal à travers les seuils sans que les parties profondes situées en aval soient modifiées, et d'obtenir ainsi un thalweg continu.

Nous avons supposé, pour notre démonstration, que le barrage BE avait 100 mètres, mais on lui donnera, en réalité, une longueur appropriée à la largeur du fleuve en BC. D'ailleurs, il sera avantageux de ne construire ce barrage que progressivement pour ne pas diminuer trop brusquement la section, et, dès que l'affouillement aura rétabli à peu près cette section, on prolongera le barrage autant qu'il sera nécessaire pour creuser un sillon sur le seuil tout entier.

Ce barrage restera en place le temps strictement indispensable pour produire l'affouillement voulu. Or, nous avons montré que la vitesse d'affouillement pourra être réglée à volonté suivant la longueur et l'obliquité du barrage. D'après les résultats des expériences antérieures, on peut prévoir qu'il sera facile d'exécuter ce chenal en huit ou quinze jours. On enlèvera le barrage et on n'en laissera subsister au point B qu'un tronçon suffisant pour maintenir la direction du courant dans le chenal sans lui donner une accélération de vitesse.

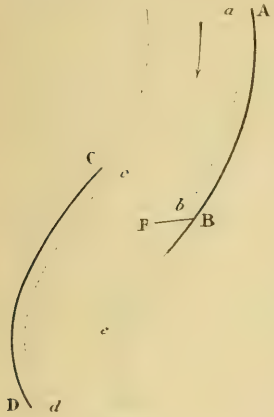


Fig. 1.

La direction du courant étant partout assurée par des parois résistantes et la force d'érosion étant très faible pendant les basses eaux, dont la vitesse moyenne n'est que de 1 mètre[1], notre chenal se maintiendra intact pendant tout l'été, et l'emploi de barrages temporaires permettra d'y concentrer toutes les eaux. Puis, quand viendra l'automne et que la Loire reprendra un niveau plus élevé, on enlèvera les tronçons de barrage qui seront encore en place. Dès lors, il ne restera plus rien dans le fleuve qui puisse gêner l'écoulement des eaux pendant l'hiver.

On conçoit aisément que le barrage BE n'aura à résister qu'à la composante de la pression due à la vitesse du courant (vitesse qui varie de 1m,90 à 1 mètre entre Orléans et Angers), et que la différence de niveau sur ses deux faces ne sera que de quelques centimètres. Il n'est donc pas difficile d'imaginer un système de barrage qui offre une résistance suffisante pour rester en place pendant le temps nécessaire à l'affouillement du seuil, c'est-à-dire une quinzaine de jours, sans que, cependant, il soit trop difficile de l'enlever ensuite. Il ne peut y avoir de ce fait aucune difficulté matérielle d'exécution.

Les considérations qui précèdent nous amènent donc à formuler les propositions suivantes :

Pour améliorer la navigation de la Loire, il suffit d'exécuter deux sortes de travaux :

1° *Des travaux fixes de régularisation des rives;*

2° *Des travaux annuels destinés à assurer la continuité du chenal à travers les seuils pendant l'été.*

Outre ce résultat immédiat de créer une voie navigable entre Orléans et Nantes et d'ouvrir une grande artère commerciale qui ramènerait la vie dans une région très étendue, cette solution offrirait des avantages importants d'ordre économique.

Les travaux de correction et de régularisation des rives, en même temps qu'ils empêcheront l'apport de nouveaux sables, assureront la protection des rives contre les corrosions du courant. Or, les statistiques officielles ont montré que, chaque année, la Loire enlève en moyenne une centaine d'hectares de terrain aux propriétaires riverains, ce qui équivaut à une perte annuelle d'*un million*. Il y aurait donc là un bénéfice énorme à réaliser, qui, à lui seul, justifierait, de la part des départements traversés par la Loire, une contribution de trente millions à l'exécution du travail.

Ces travaux de régularisation des rives peuvent être conduits (comme on l'a fait pour le Rhin) de manière à provoquer des atterrissements dans toutes les parties du lit mises en dehors du courant. Ces terrains pourraient, au bout de quelques années, être livrés à la culture et seraient, comme ceux du Rhin, des plus fertiles de la vallée. On peut évaluer à un millier d'hectares au moins la superficie qu'on pourrait ainsi conquérir sur le fleuve, et l'État trouverait dans la vente de ces terrains une somme de plus de dix millions qui viendrait en déduction de sa part dans les dépenses.

Enfin, cette voie navigable pourrait, comme la Seine, recevoir une amélioration progressive à mesure que l'exigeraient les besoins de la navigation.

Il y aurait, comme on voit, un très grand intérêt à chercher la solution du problème de la navigation de la Loire, sinon dans le procédé même que nous venons d'exposer, du moins dans la voie indiquée et qui est aussi celle qu'a préconisée M. Léchalas : *Amélioration du fleuve par la rectification des rives.*

L. Audouin.
Agent Voyer en retraite.

§ 4. — Électricité

Exposition internationale d'Electricité à Turin en 1898. — En Avril-Octobre 1898 doit avoir lieu à Turin une exposition générale italienne de tous les produits industriels des Arts et des Sciences.

Cette exposition comprendra parmi ses dix grandes divisions une section d'Electricité qui sera internationale et comprendra onze classes, savoir :

I. — Matériel d'enseignement.
II. — Canalisations.
III. — Instruments de mesures électriques et magnétiques.
IV. — Télégraphes et Téléphones.
V. — Transmission de signaux et appareils de sûreté pour les chemins de fer. Eclairage et chauffage des voitures.
VI. — Dynamos et moteurs électriques.
VII. — Applications mécaniques. Traction électrique.
VIII. — Eclairage électrique.
IX. — Electro-Chimie et Electro-Métallurgie.
X. — Applications diverses.
XI. — Exposition historique.

L'organisation de cette exposition, placée sous le patronage de S. A. R. le prince de Naples, a été confiée à un Comité général présidé par S. A. R. le duc d'Aoste et à un Comité exécutif présidé par le Comte F. Rignon, Sénateur, Maire de Turin, Président honoraire, et le Commandeur Tommaso Villa, Président de la Chambre des Députés, Président effectif.

Par délégation spéciale du Comité exécutif de Turin un double Comité s'est organisé à Paris sous la présidence honoraire du Comte Tornielli, Ambassadeur d'Italie en France et la présidence effective du Président de la Chambre de Commerce italienne : un Comité effectif international composé de notabilités françaises et italiennes pour la Section internationale d'Electricité et un Comité d'honneur et de patronage, composé de notabilités françaises et placé sous la présidence de M. Berthelot, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

[1] Plus exactement 1m,20 à Orléans et 0m,50 en aval d'Angers.

Nous y trouvons les noms suivants:

Président: M. Berthelot, Membre de l'Institut, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, ancien Ministre;

Membres: MM. Becquerel, Dehérain, Mascart, Moissan, Membres de l'Institut.

MM. d'Arsonval, Membre de l'Institut, Président de la Société des Electriciens;

Schutzenberger, Membre de l'Institut, Directeur de l'Ecole municipale de Physique et de Chimie;

Janet, Directeur de l'Ecole et du Laboratoire Central d'Electricité;

Paul Buquet, Directeur de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Directeur de l'Ecole des Mines;

Ed. Lippmann, Président de la Société des Ingénieurs civils de France;

Delaunay-Belleville, Président de la Chambre de Commerce de Paris. G.-L. P.

Les nouveaux accumulateurs Tudor. — Dans la séance de la *Société internationale des Electriciens* qui a eu lieu le 3 mars, M. Blanchon a mis en évidence les propriétés des accumulateurs actuels Tudor à charge rapide, qui peuvent fournir des débits élevés avec une capacité utilisable suffisante. Il a cité le cas d'un accumulateur de 100 ampères-heure à décharge normale en 10 heures, qui fournit encore une capacité de 30 ampères-heure pour une décharge en une demi-heure et une capacité de 45 % en une heure. La charge de cet élément peut s'effectuer en 21 minutes et atteindre alors 46 % de la charge normale. Ces qualités sont précieuses pour les applications des accumulateurs à la traction. Il est, en effet, possible dans ces conditions, pendant le temps d'arrêt à la station, de fournir aux accumulateurs la charge qu'ils ont perdue. Ces dispositions doivent être employées prochainement pour les tramways électriques de Puteaux.

§ 5. — Chimie

Dotations scientifiques. — MM. Solvay et Cie viennent de mettre *cent mille* francs à la disposition de M. A. Haller pour contribuer à la création d'un *Institut de Chimie physique et d'Electro-Chimie* (Voyez ci-après, page 234). Cette généreuse donation représente le quart de la somme requise pour la fondation.

Nous espérons que l'exemple donné par MM. Solvay et Cie, industriels belges qui ont une partie de leurs usines en France, sera bientôt suivi par des industriels français ou des *groupes* d'industriels tenant à honneur d'encourager les hautes études scientifiques.

Nous prions ceux de nos lecteurs qui désireraient coopérer, même pour une faible part, à cette belle œuvre, de nous confier leurs intentions à ce sujet. C'est surtout en s'associant que les bonnes volontés individuelles auront le plus de chances de devenir efficaces.

Revue de Physique et de Chimie. — Les anciens élèves de l'*Ecole de Physique et de Chimie* de la Ville de Paris ont eu la bonne pensée de créer un recueil où fussent condensés les principaux travaux de Physique et de Chimie industrielles qui se rapportent spécialement à leurs études et à leur carrière. Cette utile publication, dont plusieurs fascicules sont déjà parus, est publiée sous la direction scientifique de M. P. Schutzenberger, l'éminent directeur de l'Ecole; le Secrétaire de la Rédaction est M. A. Brochet, docteur ès sciences, dont nos lecteurs connaissent le beau travail sur l'action du chlore sur les alcools de la série grasse[1].

[1] La *Revue de Physique et de Chimie* est éditée à la Librairie des Sciences générales.

§ 6. — Sciences naturelles

Exploration de la faune marine de la côte Sud-Africaine. — La colonie anglaise du Cap de Bonne-Espérance organise l'exploration méthodique de la faune marine dans les parages de l'Afrique du Sud. Cette entreprise est faite à la fois au point de vue zoologique et économique. Elle a pour but de faire connaître les habitants marins de ces régions et aussi d'en supputer la valeur alimentaire. La colonie crée, à cet effet, une Station de Zoologie maritime sur la baie de False. La Station sera tout ensemble un laboratoire de recherches scientifiques et un centre d'organisation pour la pêche industrielle. Elle sera pourvue d'un vapeur de 150 tonnes armé pour le dragage des grands fonds et du matériel requis pour la récolte des animaux pélagiques et des poissons de grande taille.

La première expédition explorera principalement la côte d'Agulhas.

La Colonie prend aussi à sa charge la publication des travaux des naturalistes accueillis à bord du navire explorateur. Les animaux capturés seront tous décrits et représentés dans cette grande publication, destinée à donner le tableau complet de faune marine du Cap.

L'Existence de l'Homme à l'Époque glaciaire en Amérique. — Le paléontologiste américain E. W. Claypole vient de faire, sur une rive de l'Ohio, la trouvaille d'une hache cannelée, de schiste vert, qui offre, en raison du gisement où il l'a découverte, un intérêt tout particulier : la pièce, qui est évidemment de fabrication humaine, atteste, par sa présence dans des graviers de la période glaciaire, l'existence de notre espèce sur le continent américain à cette phase, relativement ancienne, de l'évolution de notre planète. La hache, nous dit l'auteur[1], recouverte en partie d'une couche boueuse, gisait sur un lit de gravier épais d'environ trente centimètres, que surmontent des strates alternants de sable et de vase, de quarante-cinq mètres de puissance. M. Claypole attribue ces dépôts aux lacs qui baignaient le pied du grand glacier situé, à l'époque du Mammouth, dans cette région de l'Ohio.

§ 7. — Sciences médicales

Le suc pulmonaire. — Le poumon est-il, comme le corps thyroïde, le thymus, les capsules surrénales, l'ovaire, etc., le siège d'une sécrétion interne utile à l'économie? Déjà Verdeil considérait le poumon comme une glande excrétant de l'acide carbonique. Plus tard, M. Garnier reconnaissait que la réaction de l'organe frais, après élimination, par lavage à l'eau distillée, du sang qu'il contient, était franchement acide. Cet acide, appelé par Verdeil acide pneumique, n'est pas chimiquement défini, mais est vraisemblablement, par son action sur les carbonates du sang, la principale cause de dégagement de l'acide carbonique.

Mais l'épithélium pulmonaire a encore une autre fonction : il sert à débarrasser l'organisme d'un grand nombre de substances toxiques et volatiles, parmi lesquelles il transforme et neutralise celles qu'il ne peut normalement éliminer.

La clinique est d'accord avec le laboratoire pour admettre l'existence de cette fonction anti-toxique. La preuve la plus convaincante en est donnée par les déformations ostéo-articulaires en rapport avec les lésions chroniques de l'appareil pleuro-pulmonaire, lésions qui constituent cette maladie décrite par Marie sous le nom caractéristique d'ostéo-arthropathie hypertrophiante pneumique.

Il était, dans ces conditions, naturel de rechercher quel pouvoir anti-toxique pouvait posséder le suc pul-

[1] *Geologist American*, Vol. XVIII, page 302.

monaire, c'est-à-dire le suc extrait du poumon à la manière des autres extraits organiques thyroïdiens, capsulaires, etc., dont nous avons montré la valeur thérapeutique dans un récent article[1]. C'est la tâche qu'a entreprise M. Brunet[2] dans une thèse fort documentée et qui apporte une contribution considérable à la question de l'opothérapie pulmonaire.

Le suc pulmonaire, obtenu par une courte macération de rondelles de parenchyme dans la glycérine (extrait glycériné) ou l'eau stérilisée (extrait aqueux), est un liquide limpide, de coloration légèrement ambrée, d'une densité égale à 1.001,5 à + 15°. Il est remarquablement pauvre en substances dissoutes : les matières organiques s'élèvent à 0 gr. 55 par litre, les matières minérales à 0 gr. 50, soit, en tout, 1 gr. 05. Malgré cela, il possède des propriétés très actives, ainsi que le démontrent les expériences suivantes :

Si on ensemence avec une ou deux gouttes de culture pure de staphylocoques ou de streptocoques, 5 c. c. de suc pulmonaire aqueux, même en le rendant milieu nutritif favorable par addition de 12 gouttes d'une solution de peptone à 10 °/o et 2 gouttes d'une solution de NaCl à 5 °/o, le développement des colonies ne commence qu'au bout de 60 heures pour le staphylocoque, demeure négatif pour le streptocoque.

Injecté à des cobayes à la dose de 1 à 5 c. c., le suc pulmonaire exerce une action favorable sur la nutrition des animaux, qui engraissent d'une façon notable. Si l'on injecte en une fois 35 à 40 c. c., la mort survient en 20 ou 23 heures avec des phénomènes de dépression marquée. La dose mortelle pour le cobaye est égale au 1/22 de son poids. Les mêmes résultats sont obtenus par l'ingestion.

M. Brunet a cherché à déterminer l'action du suc pulmonaire dans la tuberculose expérimentale ; pour cela, il a institué quatre séries d'expériences :

Dans une première série on fait à 3 cobayes une injection de culture pure de bacilles de Koch, puis tous les deux jours on pratique à l'un de ces animaux une injection de suc aqueux, à un autre, de suc glycériné ; le troisième sert de témoin. Les deux animaux traités succombent, le premier avec un mois, le second avec un mois et un jour de retard sur le témoin.

Dans une deuxième série, où l'on emploie comme agent d'inoculation sous-cutanée des crachats tuberculeux, l'un des cobayes traités meurt 28 jours après le témoin.

Dans une troisième série, l'inoculation est faite directement dans le poumon avec une culture pure de bacilles de Koch. Les cobayes traités présentent une survie de 9 à 15 jours sur le témoin.

Enfin, dans une quatrième série, où l'inoculation est faite, toujours dans le poumon, avec des crachats tuberculeux, l'un des cobayes traités subsiste 2 mois 1/2 de plus que le témoin.

Ces expériences permettent-elles de conclure à une efficacité thérapeutique réelle du suc pulmonaire contre la tuberculose? M. Brunet ne le pense point, mais il ne dépasse pas les limites d'une interprétation permise en inférant que l'extrait pneumique peut être un utile adjuvant dans le traitement de la phtisie. Au surplus, ces réserves semblent-elles légitimées par les observations cliniques, malheureusement trop peu nombreuses, qui terminent son travail.

Sur les 11 cas traités, se rapportant tous à des affections des voies respiratoires, on a noté une amélioration des signes stéthoscopiques fonctionnels, le relèvement de la nutrition, sans que la maladie ait paru subir, dans son évolution, un temps d'arrêt appréciable. Deux fois seulement la guérison a été obtenue ; il s'agissait de deux faits de manifestations d'ostéo-arthropathie hypertrophiante pneumique.

En résumé, s'il est démontré que le suc pulmonaire, si pauvre qu'il paraisse en substances minérales ou organiques, est à la fois antiseptique, tonique à faibles doses, toxique à doses élevées, les applications thérapeutiques restent à l'étude. Il est probable que, comme l'extrait thyroïdien, l'extrait de poumon est un produit complexe renfermant un grand nombre de substances actives douées de propriétés peut-être différentes. En attendant qu'elles soient isolées par l'analyse chimique et qu'il soit possible de soumettre chacune d'elles à une expérimentation physiologique rigoureuse, nous devons nous contenter de grouper les faits, laissant à l'avenir le soin de les interpréter. Or, ici, comme pour tous les médicaments opothérapiques, c'est celle de ces substances qui représente la sécrétion interne de l'organe, dont les effets thérapeutiques sont les plus apparents, — témoin l'action assez constante du suc pulmonaire dans la maladie de Marie, dont la pathogénie est liée précisément à la suppression de la sécrétion interne pulmonaire.

Dr Gabriel Maurange.

§ 8. — Géographie et Colonisation

La Kabylie et le peuple kabyle. — L'*Union Coloniale française*, poursuivant son programme d'enseignement colonial, a organisé le 5 mars une nouvelle conférence. M. Flandin, député de l'Yonne, ancien procureur général à Alger, a parlé de la Kabylie et du peuple kabyle.

Le conférencier a tout d'acord déclaré que la Kabylie se prêtait peu au développement de la colonisation. La population en est extrêmement dense, le sol partout cultivé et la propriété si morcelée qu'il n'est pas rare d'y rencontrer un champ dont le terrain appartient à un propriétaire et les arbres à un autre et même un arbre dont chacune des branches a un propriétaire distinct. Il n'y a donc pas place en Kabylie pour le colon français.

Il ne s'ensuit pas que ce pays montagneux et d'aspect sauvage soit partie négligeable de notre domaine colonial. Le patriotisme de ses habitants, leur endurance, leur orgueil, ont été tour à tour pour nous causes d'embarras au moment de la conquête et gages précieux de fidélité par la suite. Les Kabyles sont des agriculteurs de premier ordre ; leurs mœurs sont douces, leur civilisation avancée. Tous les chefs de famille participent au gouvernement et à l'administration du pays. Nous avons conservé les principes essentiels de la *djemma* qui réunissait tous les hommes libres, mais ses agents sont nommés aujourd'hui, soit par l'Administration, soit par le préfet. La constitution de la Société kabyle a pour base les principes de la démocratie la plus pure. La solidarité entre les habitants est telle que les pauvres sont secourus, les orphelins recueillis aux frais communs de la *djemma*. La femme, moins malheureuse là qu'ailleurs en Afrique, est cependant considérée comme un être inférieur qu'on achète et qu'on répudie lorsqu'elle n'enfante que des filles ; son sort dépend de sa fécondité.

L'administration de ce pays exige de la part de ceux à qui elle est confiée, des qualités exceptionnelles. Fermeté d'une part, justice et modération d'autre part. L'un des moyens les plus propres à nous assurer la fidélité des Kabyles est la création d'hôpitaux et d'écoles ; mais de telles créations ne peuvent être entreprises que si les fonctionnaires résidant en Kabylie sont d'abord bien choisis et ensuite assurés d'un séjour d'une certaine durée. La réunion de ces deux conditions n'est point, on le sait, l'apanage de l'administration coloniale. Il y a lieu d'espérer que la récente suppression des décrets de rattachement, en mettant l'autorité là où est la responsabilité, assurera à la Kabylie une administration conforme à ses besoins.

Cette conférence dont M. Cambon, Gouverneur général de l'Algérie, avait accepté la présidence, a obtenu le plus légitime succès.

Joseph Godefroy.

---

[1] *Revue gén. des Sciences* 1896, page 1233 et suivantes.

[2] F. Brunet : *Le Suc pulmonaire*, Effets physiologiques et thérapeutiques. Paris, Carré et Naud, 1897.

L'INDUSTRIE CHIMIQUE

L'ENSEIGNEMENT CHIMIQUE ET LES UNIVERSITÉS

Quand il s'agit, en France, de modifier les idées courantes, de quelque ordre qu'elles soient, il faut sans cesse revenir sur le sujet qu'on a en vue, il faut sans cesse aiguillonner les esprits, jusqu'au jour où, dans un patriotique élan et sous l'impulsion d'une cause parfois inattendue, ils prennent une virile résolution et entrent hardiment dans la voie des réformes.

Pour susciter et éveiller l'attention des hommes, les moyens les plus efficaces consistent, il faut bien l'avouer, à faire voir les dangers que courent la prospérité nationale et partant leurs intérêts particuliers.

Sans nous préoccuper des critiques formulées par des esprits chagrins qui croient que le vrai patriotisme consiste à se voiler la face et à attribuer nos mécomptes à des causes d'ordre fiscal, nous continuerons donc la campagne entreprise en faveur des réformes à introduire dans notre Enseignement et dans l'Industrie [1].

Nous ne sommes, d'ailleurs, pas seul dans l'œuvre entreprise et constatons avec satisfaction qu'un des pionniers les plus autorisés de la Chimie des matières colorantes, celui qui le premier, en 1878, jeta le cri d'alarme, entre de nouveau en lice et joint ses efforts aux nôtres pour montrer les causes de déchéance de notre Industrie et chercher les moyens de lui venir en aide [2].

Avant de signaler les efforts qui ont été tentés en France pour remédier à la situation, nous donnerons d'abord un aperçu de la production chimique des trois nations rivales, sous la forme de tableaux indiquant les échanges auxquels ont donné lieu les produits qui relèvent de l'Industrie qui fait l'objet de cette étude.

I. — Coup d'œil sur l'état actuel de l'Industrie chimique en Allemagne, en Angleterre et en France.

Allemagne. — On sait que l'Allemagne divise ses produits de l'Industrie chimique en *matières premières* et en *produits fabriqués*. Parmi les matières premières l'azotate de soude figure pour une somme assez élevée, telle qu'il y a lieu de la mentionner à part.

Tableau I. — Statistique de l'Industrie chimique en Allemagne.

	IMPORTATIONS			EXPORTATIONS		
	1893	1894	1895	1893	1894	1895
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Matières premières y compris azotate de soude	204.705.000	205.766.250	211.096.250	42.393.750	44.815.000	47.580.000
Azotate de soude	[81.761.250]	[86.968.750]	[89.031.250]	»	»	»
Produits fabriqués	134.142.500	133.588.750	138.671.125	331.470.000	336.992.000	377.353.750
Totaux	338.847.500	339.355.300	349.767.375	373.863.750	381.807.000	424.933.750

Les chiffres d'importation et d'exportation sont résumés dans le tableau I ci-joint; ils se passent de tout commentaire.

Les éléments qui contribuent à cette production sans cesse croissante, vont également en augmentant, comme l'indique la partie supérieure du tableau II pour la même période.

Le capital engagé dans les sociétés par actions, qui sont tenues par la loi de publier leurs comptes tous les ans, a rapporté aux actionnaires un dividende moyen (tableau II) qui a peu varié dans ces trois dernières années.

Si nous considérons les dividendes distribués par les sociétés groupées suivant leurs spécialités, nous arrivons aux résultats que consigne le tableau III.

Ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer [1], ces chiffres ne s'appliquent qu'à un nombre restreint d'usines, si l'on considère l'ensemble des exploitations en activité; mais, comme celles-ci vont sans cesse en augmentant tous les ans, on peut en con-

[1] *Revue générale des Sciences*, 1894, p. 473; 1895, p. 201, et *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, 1897, p. 14.

[2] Ch. Lauth: Science pure et science appliquée. *Revue Scientifique* du 9 Janvier 1897.

[1] *Revue générale des Sciences*, 1894, p. 474.

clure que l'industrie chimique travaille encore à un taux très rémunérateur dans toute l'étendue de l'Empire Allemand. Il faut toutefois remarquer que ce taux tend à diminuer dans un certain nombre de branches de l'Industrie, et il semblerait que cette diminution est due à une surproduction.

Tableau II. — Usines, Personnel et Capitaux dans l'industrie chimique en Allemagne.

	1893	1894	1895
Nombre des usines de produits chimiques ou similaires.	5.601	5.758	5.947
Nombre d'ouvriers employés.	106.006	110.348	114.581
	fr.	fr.	fr.
Salaires distribués	117.652.110	123.277.440	129.333.122
Salaire moyen par tête d'ouvrier.	1.099,11	1.106,20	1.118,75
Nombre des sociétés par actions	93	91	97
	fr.	fr.	fr.
Capital engagé.	275.832.750	280.914.875	309.901.125
Dividende total distribué.	36.370.212	36.727.306	39.385.682
Dividende °/₀	13,18	13,44	12,71

Tableau III. — Dividendes des industries chimiques, par spécialités, en Allemagne.

ANNÉES	GRANDE INDUSTRIE CHIMIQUE	PETITE INDUSTRIE CHIMIQUE	MATIÈRES COLORANTES DU GOUDRON	EXPLOSIFS	ENGRAIS
	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
1891.	6,42	8,78	20,92	13,69	9,65
1892.	6,52	13,59	24,19	15,80	9,85
1893.	7,63	13,92	23,86	17,41	8,35
1894.	9,23	11,23	23,13	17,37	6,69
1895.	8,64	9,73	23,59	18,40	3,75

Angleterre. — Sous la rubrique *produits chimiques* et *matières propres à la teinture*, les statistiques anglaises groupent un ensemble de produits qui ne sont pas en tous points identiques aux produits catalogués par les statistiques allemandes ; les chiffres que nous allons mentionner ne donneront donc

Tableau IV. — Marché de l'industrie chimique en France.

	IMPORTATIONS			
	1892	1893	1894	1895
	fr.	fr.	fr.	fr.
Huiles et sucs végétaux.	80.362.816	80.835.697	77.854.972	74.484.224
Teintures et tannins	9.946.558	10.526.749	10.972.336	13.631.931
Produits chimiques.	95.939.478	82.497.826	83.835.688	93.971.961
Teintures préparées.	30.119.973	27.116.048	22.290.220	26.147.413
Couleurs	5.000.255	4.631.439	4.680.016	4.527.418
Compositions diverses	5.336.636	4.200.434	4.766.616	5.149.123
Totaux.	226.705.716	209.808.193	204.399.848	217.912.070
	EXPORTATIONS (commerce spécial)			
Huiles et sucs végétaux.	70.089.195	67.809.783	61.576.855	63.680.512
Teintures et tannins	8.280.007	8.350.849	8.340.892	3.329.502
Produits chimiques.	58.145.828	53.411.303	56.688.334	61.875.121
Teintures préparées	31.044.655	29.567.336	25.130.864	30.324.448
Couleurs.	9.726.914	9.129.895	9.227.541	10.419.068
Compositions diverses	49.401.955	45.875.546	47.009.370	50.203.329
Totaux.	226.688.574	214.144.712	207.973.826	219.830.980

qu'une indication sur le sens des importations et des exportations dans ces dernières années.

ANNÉES	IMPORTATIONS	EXPORTATIONS
	fr.	fr.
1893	158.367.975	217.007.825
1894	157.955.700	212.408.325
1895 .	163.956.225	207.385.000
1896	169.621.125	206.090.025

Les exportations sont encore supérieures aux importations; mais, tandis que le chiffre de ces dernières augmente sans cesse, celui des premières tend à diminuer progressivement.

France. — En ce qui nous concerne, les rubriques sous lesquelles on a rangé un ensemble de produits comparables aux produits compris dans les statistiques allemandes et anglaises sont celles qu'énonce le tableau IV.

Ainsi que le montrent ces chiffres, l'ensemble de notre marché de produits chimiques est soumis à des fluctuations tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, alors qu'en Allemagne il va sans cesse en s'améliorant et qu'en Angleterre il subit une dépression lente et graduelle.

II. — Progrès de l'enseignement chimique en Allemagne.

Cette prospérité croissante de l'Industrie chimique allemande — prospérité que tous les esprits éclairés attribuent principalement et d'une façon unanime à la direction imprimée aux études dans les Universités et les Écoles techniques, à la conception élevée que les maîtres se font de l'enseignement supérieur, aux ressources dont ils disposent — n'empêche pas ces derniers, ni les Industriels de songer à l'avenir. Profondément pénétrés de l'action fécondante du savoir sur l'Industrie, persuadés que cette action ne peut être continue et efficace qu'en mettant au service de la science tous les moyens que son évolution incessante exige, Industriels et Savants s'unissent pour appeler l'attention des pouvoirs publics et des particuliers sur les enseignements nouveaux qu'il y a lieu de créer et d'introduire dans le programme des Universités et des Écoles techniques et sur les laboratoires spéciaux que comportent ces enseignements.

Ainsi, émue de l'esprit d'économie qui, d'après elle, semble depuis quelques années présider en Prusse à l'égard de l'enseignement chimique [1], la *Société pour la défense des intérêts de l'Industrie chimique allemande*, a délégué auprès des ministres compétents cinq de ses membres, tous directeurs d'établissements industriels très importants, à l'effet de provoquer de nouvelles créations et de faire voter de nouveaux subsides. Leur cause a été entendue et le Ministre des Finances leur a communiqué son projet d'introduire, dans le budget de 1897-1898, une somme de 350.000 francs environ pour les laboratoires des Universités de Berlin, de Kœnigsberg, de Marbourg et de l'Académie de Munster. Dans cette somme est comprise une première annuité de 250.000 francs destinée à la reconstruction du premier Institut Chimique de l'Université de Berlin, bien que cet Etablissement soit relativement de date récente. C'est, en effet, en 1868 qu'il fut érigé par A.-W. Hoffmann. Ainsi, on n'hésite pas à engager des sommes considérables pour renouveler les laboratoires, dès que les besoins de l'Enseignement l'exigent. Ce nouvel Institut ne comprendra pas moins de 250 places pour élèves et 25 autres places pour des étudiants plus avancés qui désirent se livrer à des recherches originales. On a l'intention d'en faire le plus vaste Institut Chimique allemand et on se propose d'y consacrer 1.500.000 francs, dont 1.010.000 environ pour le bâtiment principal, 60.000 francs pour le bâtiment des machines, 70.000 pour le logement du Directeur, 312.500 pour l'aménagement intérieur, et environ 43.000 francs pour diverses contructions secondaires [1].

La Prusse n'a pas le monopole de ces créations : les autres Etats de l'Empire rivalisent de zèle, de leur côté, pour garder à leurs Universités le bon renom qu'elles possèdent. C'est ainsi que la Bavière a consacré 802.500 francs pour la construction d'un Institut de Chimie de 148 places à l'Université de Wurzbourg; que le Grand-Duché de Hesse-Darmstadt a voté, dès 1895, une somme de 524.000 francs pour l'érection d'un Institut de Chimie et d'Electro-Chimie à Darmstadt, que tout récemment le Gouvernement Badois a mis 750.000 francs à la disposition de l'Ecole Polytechnique de Carlsruhe pour fonder un Institut Electro-technique, etc...

L'attention du monde chimique allemand se porte en effet d'une façon particulière sur la Chimie physique et l'une de ses branches : l'Electro-Chimie.

La Chimie physique n'est pas une science à limites bien déterminées : elle côtoie les deux sciences expérimentales par excellence et leur sert en quelque sorte de trait d'union. Elle met au service de la Chimie les méthodes empruntées à son émule, lui ouvre des horizons nouveaux et les résultats

[1] A l'heure actuelle, cet enseignement est déjà largement représenté. Ainsi, à l'Université de Berlin, la Faculté de Philosophie (Sciences et Lettres) ne comprend pas moins de 26 professeurs et privat-docents enseignant la Chimie. A Greissvald, où la Faculté de Philosophie, en 1895, comptait 43 professeurs et privat-docents *pour 68 étudiants*, il n'y a pas moins de 5 enseignements de Chimie.

[1] *Chemiker Zeitung*, 1897, p. 67.

qu'elle obtient jettent parfois une lumière inattendue sur certains phénomènes du ressort exclusif de la Physique.

Née en France, — car Berthollet en est bien le père, comme l'a dit excellemment M. Mond[1] dans son remarquable discours sur l'évolution de la Grande Industrie chimique depuis le commencement du siècle, — nos savants les plus éminents n'ont pas cessé de contribuer à élargir son domaine et à l'enrichir de données nouvelles. Depuis de longues années, elle a pris droit de cité dans les Universités allemandes, possède ses chaires et est en train de se voir élever des Laboratoires spéciaux, et même de grands Instituts.

L'Electro-Chimie constituant une branche de la Chimie physique, il n'y a pas lieu de s'étonner que dans ces créations elle ait sa large part. Personne n'ignore, d'ailleurs, l'importance qu'elle a prise dans ces dernières années, tant au point de vue théorique qu'au point de vue de ses applications. Nulle science en ce siècle n'a progressé avec autant de rapidité que cette branche de la Physico-Chimie. Nulle ne suscite encore autant d'espérances. Aussi dès 1894, le Gouvernement Prussien a-t-il été sollicité en pleines Chambres à l'effet de créer des chaires d'Electro-Chimie dans toutes les Ecoles techniques du Royaume. Comme toujours, cet appel n'a pas été fait en vain, et, en 1895, les Ecoles Polytechniques d'Aix-la-Chapelle, de Berlin et de Hanovre ont été pourvues des enseignements demandés. Comme toujours aussi, les Etats voisins ont suivi l'exemple de la Prusse.

La création de Laboratoires spéciaux, d'Instituts n'a pas tardé à suivre celle des chaires.

C'est Gœttingue qui a inauguré le premier de ces *Instituts de Chimie physique* et *d'Electro-Chimie*[2]. Le Gouvernement Prussien y a consacré 206.250 fr. A peine ouvert, il a été fréquenté par 30 élèves. Le personnel enseignant se compose de M. le Professeur Nernst, de deux agrégés et de deux assistants.

Le programme comprend, outre les leçons sur les différents chapitres de la Chimie physique et de l'Electro-Chimie :

1° Des manipulations sur la Thermochimie, la Physique moléculaire, les équilibres chimiques, etc. ;

2° Des exercices électro-analytiques avec application de la force électromotrice pour la séparation des métaux ;

3° Des préparations par voie électro-chimique (carbure de calcium, persulfates, zinc électrolytique, etc.) ;

Le second est en voie de construction à l'Université de Leipzig et sera placé sous la direction de M. le Professeur Ostwald, un des savants les plus autorisés en fait de Chimie physique. La Saxe n'y consacrera pas moins de 450.000 francs, non compris l'emplacement.

Il n'y a pas que les gouvernements des différents États de l'Empire qui témoignent leur sollicitude à l'égard des Établissements d'enseignement supérieur. Le public s'y intéresse non moins vivement en les comblant de donations. En moins de neuf ans, de 1885 à 1894, l'Université de Berlin seule a reçu environ 2.221.362 francs, dont les intérêts sont destinés à être distribués en bourse aux étudiants nécessiteux, à encourager les travaux originaux, à permettre soit à de jeunes docteurs, soit à des agrégés, de faire des voyages d'études, etc.

III. — Progrès de l'Enseignement chimique en Angleterre et en Écosse.

L'agitation continue toujours en Angleterre en faveur de l'enseignement de la Chimie et de son introduction dans les usines sous la forme de chimistes éclairés, instruits et pleins d'initiative. Industriels et Professeurs prennent part à cette campagne, sans que les pouvoirs publics s'émeuvent. Il est vrai que, parmi les premiers[1], tous ne sont pas absolument convaincus de l'heureuse influence que le savoir exerce sur le développement de l'Industrie chimique. Ils conviennent cependant de la supériorité de leurs rivaux allemands, mais ils semblent aussi attribuer leur succès à la manière intelligente dont leurs usines sont dirigées, aux qualités de l'ouvrier allemand qu'ils considèrent comme une plus ou moins bonne machine ouvrière, à l'émulation qui règne en Allemagne, à la loi sur les brevets, au soin avec lequel les secrets de fabriques sont gardés, tandis qu'en Angleterre les conditions du travail, l'esprit libéral qui a cours, ne permettent pas de conserver ces secrets, etc. Ajoutons cependant que d'autres, plus clairvoyants, n'hésitent pas à dire que la nation anglaise est, sous tous les rapports, dans de meilleures conditions que ses rivales du Continent, et que, si son Industrie chimique a perdu la suprématie qu'elle possédait, cela tient uniquement au dédain qu'elle affecte pour la science et à l'infériorité de ses collaborateurs sous le rapport de l'instruction technique.

Dans notre dernier article[2] nous avons annoncé la création d'un *Laboratoire de recherches physico-chimiques* due à la libéralité d'un des industriels les

[1] *Journal of the Society of Chem. Industry*, 1896, t. XV.
[2] *Zeitschrift für Electro-Chemie*, 1895-1896, p. 634.

[1] Discours de M. Th. Tyrer, Président de la Society of Chemical Industry, tenu le 15 Juillet 1896, sur la situation de l'Industrie Chimique en Allemagne et en Angleterre.
[2] *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, t. VI, p. 202.

plus éclairés de la Grande-Bretagne : nous voulons parler de M. Mond. Ce laboratoire, annexé à l'Institution Royale de Londres, a été inauguré le 22 décembre dernier en présence de Son Altesse Royale le Prince de Galles. Sur les 2.500.000 francs promis par M. Mond, 950.000 francs ont été affectés à l'achat, pour une période déterminée, de l'immeuble et à son aménagement intérieur; le reste, 1.550.000 francs, est destiné à l'entretien du laboratoire. Lord Rayleigh et M. le Professeur Dewar en ont accepté la direction.

Ainsi que nous l'avons dit, on admettra gratuitement au Laboratoire les chercheurs de toute nationalité, pourvu qu'ils aient un bagage scientifique suffisant ou qu'ils aient déjà publié des travaux originaux.

Cet essai, unique dans son genre, fait le plus grand honneur à l'esprit généreux qui l'a conçu. Nous faisons tous nos vœux pour son succès.

La leçon d'initiative donnée par M. L. Mond, n'a pas été vaine; elle a porté ses fruits. Dans le même mois de Décembre on a inauguré à *University College*, à Liverpool, les nouveaux laboratoires *William Gossage*, dont les premières constructions (1886), dues à la libéralité de MM. Gossage et Sutton Timmis, se sont trouvées insuffisantes en raison de l'affluence croissante des étudiants. Ces nouvelles installations ont été faites par souscriptions particulières, auxquelles ont pris part M. John Brunner, M. E. Muspratt et MM. Lever frères, chacun pour une somme de 25.000 francs. Elles comprennent un ensemble de laboratoires divers, parmi lesquels il y a lieu de citer un grand *Laboratoire de recherches* pouvant recevoir 44 élèves initiés aux travaux originaux.

Enfin, le 24 Décembre, on a ouvert à Perth les nouveaux laboratoires de l'*Institution Sharp* qui n'ont pas coûté moins de 150.000 francs et qui peuvent donner l'instruction pratique à 30 élèves.

IV. — L'Enseignement chimique en France et les nouvelles Universités.

L'année qui vient de s'écouler a été marquée pour l'Enseignement supérieur par un événement considérable et qui peut être gros de conséquences. En vertu de la loi du 10 Juillet 1896, les corps de Facultés institués par le décret du 28 Avril 1893 prennent le nom d'Universités. Résultat : 15 Universités, sans compter les Écoles secondaires de Médecine et de Pharmacie, au lieu de 7 ou 8 que comportait la France avec ses 38 millions d'habitants et son budget. On nous objectera que l'Allemagne, puissance militaire de premier ordre comme la France, possède bien 22 Universités pour une population de 52 millions d'habitants. Sans doute, mais l'Empire Allemand est composé d'une Fédération d'États qui ont gardé leur autonomie et dont les habitants restent fidèles à leurs Universités régionales. D'autre part, Berlin, malgré la renommée de ses Écoles et de son corps enseignant, ne constitue pas un centre d'attraction comme Paris, ce gouffre qui, à lui seul, attire 12 à 13.000 étudiants par an, de quoi alimenter 10 Universités de province. Ce n'est pas ici le lieu de revenir sur les arguments qui ont été invoqués en faveur de ce changement d'étiquette, et nous nous bornons à constater le résultat. Aussi a-t-on pu dire [1], non sans quelque exagération, il est vrai, « que la France est devenue une halle aux mandats et que les élus y font monnaie de tout pour payer les électeurs ».

Nous ne craignons pas de le déclarer, la première faute a été commise en 1893, par l'institution, dans les Facultés des Sciences et dans les Écoles de plein exercice de Médecine et de Pharmacie, de l'enseignement des sciences physiques, chimiques et naturelles à l'usage des candidats à la médecine. Cette mesure, bonne en soi, bien qu'elle n'ait pas précisément pour effet de rehausser l'enseignement supérieur de nos Facultés, a été appliquée avant son heure. Elle a eu pour conséquence de donner un regain de vitalité aux Facultés agonisantes, depuis que les licenciés ne savent plus que devenir, d'engager les municipalités à de grands frais pour la reconstitution ou la réfection de leurs locaux, et de leur donner par suite l'illusion qu'elles possèdent une Université. Il fallait bien que cette illusion devînt une réalité! Leurs représentants ont eu mission de la leur donner. Le seul projet qui eût permis de donner aux Universités l'ampleur, l'extension que le développement actuel de la science exige, est le projet Bourgeois. Il eût été sage et courageux de le maintenir intégralement et d'attendre que les circonstances se prêtassent à son adoption. On n'aurait, au moins, pas engagé l'avenir.

Toutes les réflexions que nous venons de formuler tomberaient naturellement d'elles-mêmes, si notre budget national présentait une élasticité suffisante, pour mettre nos Universités en état de répondre aux aspirations qu'elles ont fait naître. Nous n'avons, en effet, aucune objection de principe à faire à leur existence, si on était en mesure de les organiser et de les doter convenablement, mais on sait malheureusement trop bien que nos ressources tendent plutôt à diminuer qu'à augmenter.

Singulière situation dans laquelle nous a mis la nouvelle loi ! Par l'exemple que nous fournit l'Alle-

[1] André Hallays : *Journal des Débats*.

magne, nous pouvons nous rendre compte des heureux résultats que produit la Science appliquée à l'Industrie ; or, grâce à l'éparpillement de nos forces et de nos..... fonds, nous nous mettons, au moins en ce qui concerne certaines Universités, dans l'impossibilité d'affronter la lutte. N'eût-il pas mieux valu concentrer tous ces efforts sur six ou huit centres universitaires, y organiser fortement l'enseignement en comblant les nombreuses lacunes qui y existent et en créant ces Instituts variés, si nécessaires, voire même indispensables pour que la Science puisse se rénouveler sans cesse, progresser et excercer son action féconde sur l'Industrie.

Nos législateurs ne semblent pas se douter du nombre de millions qu'il faudrait actuellement à la France pour mettre ces quinze Universités en état de concourir honorablement avec les Universités allemandes et américaines[1]. Certains d'entre eux semblent croire que les sciences expérimentales et d'observation, dont l'étude est coûteuse au premier chef, n'ont qu'un rôle utilitaire, et, comme au Moyen-Age, les excluent du contingent des connaissances nécessaires à toute haute culture que doit donner une Université.

D'autres enfin répondront que, depuis vingt-cinq ans, les pouvoirs publics n'ont cessé de faire des sacrifices pour le haut enseignement.

Le chemin parcouru, durant cette période de temps, est en effet considérable, et l'honneur en revient tout entier aux trois hommes distingués qui, successivement, ont eu entre leurs mains les destinées de l'Université de France. Mais pendant que nous nous efforcions de regagner le terrain perdu, nos voisins ne sont pas restés inactifs et ont progressé à leur tour. D'autre part, il faut bien en convenir, l'affectation des crédits alloués n'a pas toujours été heureuse. Imbus de cette idée surannée que le groupement, sous un même toit, dans un même corps de bâtiment, de tous les laboratoires, de tous les services des diverses Facultés, était indispensable à leur bon fonctionnement, les hommes chargés de veiller à la réédification des Universités s'en sont rapportés aux architectes, dont l'unique ambition, dans tous les pays du monde, est de faire un beau monument, sans se soucier de sa destination. N'est-ce d'ailleurs point la conception officielle qui pendant longtemps a prévalu, a fait force de loi pour la province, et ne trouvons-nous pas de plus bel échantillon de cette conception dans la nouvelle Sorbonne ? Aussi, tout est à recommencer si l'on veut se mettre au niveau des Universités étrangères et donner une orientation nouvelle à notre haut Enseignement.

La loi sur les Universités contient un article 4 qu'il convient de citer en entier ainsi que les commentaires et les explications dont il a été l'objet de la part de M. le Directeur de l'Enseignement supérieur. Cet article porte en effet :

« A dater du 1er janvier 1898, il sera fait recette, au budget de chaque Université, des droits d'études, d'inscription, de bibliothèque et de travaux pratiques acquittés par les étudiants, conformément aux règlements. Les ressources provenant de ces recettes ne pourront être affectées qu'aux objets suivants : dépenses de laboratoires, bibliothèques et collections, construction et entretien des bâtiments, création de nouveaux enseignements, œuvres dans l'intérêt des étudiants.

« Les droits d'examen, de certificat d'aptitude, de diplôme ou visa acquittés par les aspirants aux grades et titres prévus par les lois, ainsi que les droits de dispense et d'équivalence, continueront d'être perçus au profit du Trésor. »

Le sens et la portée de cet article s'éclairent des explications fournies au Sénat par M. le Directeur de l'Enseignement supérieur. Le sacrifice consenti de ce chef par l'Etat aux Universités serait, a-t-il dit, *presque* compensé par la suppression des chapitres 62 et 63 du budget, intitulés : « Subventions aux villes et aux départements pour construction scolaire (Enseignement supérieur) et subvention aux Facultés et corps de Facultés pour le matériel scientifique et installation. » Et, dans son Rapport à la Chambre des Députés, M. R. Poincaré disait que, les droits ainsi perçus étant répartis entre diverses Universités suivant le nombre de leurs étudiants, il y avait là un principe d'émulation et de vitalité.

Cet article et ces explications ont fait l'objet d'une critique aussi élevée que judicieuse de la part de M. Blondel, notre distingué collègue et ami, de la Faculté de Droit de Nancy[1] :

« Ainsi donc, voilà qui est bien net. Désormais ni les villes, ni les départements n'ont de subvention à attendre de l'Etat pour constructions scolaires se rapportant à l'Enseignement supérieur ; les Universités n'en recevront pas davantage en ce qui concerne le matériel scientifique et les installations. L'Etat s'étant réservé le produit des droits d'examen, il faudra, dès l'année prochaine, subvenir à toutes ces dépenses au moyen des droits d'inscription, de bibliothèque et de travaux pratiques, et il est bon de faire remarquer que les droits d'inscription et de bibliothèque réunis ne

[1] Rien qu'à Nancy, où seul l'Institut Chimique est relativement bien organisé, il faudrait *quatre ou cinq millions*, non pas pour égaler Strasbourg, où l'on a dépensé jusqu'à présent plus de *dix-sept millions*, mais pour avoir un ensemble d'Instituts appropriés à toutes les sciences qui s'y enseignent. C'est une erreur de croire que la science doive être logée dans des palais. Elle est plus modeste et ne demande que de l'air, de la lumière et les ressources nécessaires à son culte. Sans cesse en progrès, il faut que les locaux qui l'abritent puissent être adaptés à ses méthodes de travail, qui se modifient et se renouvellent d'une façon continue. Aussi les *monuments* ne lui conviennent pas et sont plutôt une entrave à son évolution.

[1] Extrait d'un Rapport fait à la Société des amis de l'Université de Nancy le 27 Février 1897.

dépasseraient pas pour l'Université de Nancy un total de 40 à 45.000 francs.

« Que deviendront, avec ce système, les Universités dont les auditeurs n'atteignent qu'un chiffre restreint? Condamnées à végéter, ne pouvant, faute de ressources, offrir à leurs élèves ce que ceux-ci trouveront dans des centres plus fréquentés, elles périront lentement d'anémie, à moins que les villes, les départements et les particuliers ne s'unissent pour leur fournir les moyens de vivre et de prospérer.

« Il est impossible de ne pas remarquer, en outre, que la loi nouvelle va accentuer encore la situation privilégiée de l'Université de Paris, si on la compare aux Universités de province. Paris compte, en moyenne, une population de 12.000 étudiants, tandis que les autres Universités en réunissent, à elles toutes, à peine 14.000. La seule Université de Paris va donc recueillir, à elle seule, des ressources égales, ou à peu près [1], à celles qu'auront à se partager les 15 centres universitaires répartis sur le reste de la France!

« Vraiment on ne peut s'empêcher de songer, avec une mélancolie faite d'un peu de déception, que certaines mesures prises de bonne foi en vue de la décentralisation, aboutissent, en fait, à renforcer encore la prépondérance de Paris et à favoriser l'attraction qui y réunit, au grand détriment des études, une masse d'étudiants aussi excessive.

« Est-il absolument juste de mesurer les ressources accordées à telle ou telle Université au nombre de ses élèves? A côté de cet élément que nous n'entendons pas négliger, ne faut-il pas tenir compte de la valeur et des travaux du corps enseignant, de l'activité scientifique de l'Université, des efforts qu'elle fait et des enseignements qu'elle organise pour se mêler à la vie industrielle et commerciale des populations qui l'entourent?

« La question de milieu apparaît donc ici comme dominant celle du nombre des étudiants, et, tenir compte uniquement de ce dernier facteur serait particulièrement peu équitable à l'égard de l'Université de Nancy, voisine de plusieurs autres et serrée de près, hélas! par une frontière derrière laquelle se dresse un puissant établissement d'instruction supérieure, élevé par nos rivaux comme un instrument de propagande pour la science et les idées allemandes [1]. »

Il n'y a rien à ajouter à ce plaidoyer, plein de modération et de patriotique angoisse, en faveur des Universités de province les plus atteintes par la nouvelle loi. Il reflète les préoccupations légitimes de la grande majorité des membres de ces Universités et des habitants des régions qu'elles desservent. Nous osons espérer que la loi ne sera pas appliquée à la lettre et le PRESQUE qui précède les mots *compensé par la suppression des chapitres... etc.* nous confirme dans cet espoir. M. le Ministre de l'Instruction publique et surtout M. le Directeur de l'Enseignement supérieur ne voudraient pas laisser périr une œuvre pour laquelle M. Liard a lutté victorieusement pendant de si nombreuses années et à laquelle il a attaché son nom. N'est-ce pas lui, d'ailleurs, qui a dit en parlant des Universités: « Elles conserveront toujours avec l'Etat un cordon nourricier ; mais il faut aussi qu'elles soient enveloppées d'un placenta local [1]. »

[1] M. Blondel aurait pu ajouter, qu'eu égard au nombre considérable d'étudiants qui à Paris « paient et ne consomment pas dans les laboratoires et les amphithéâtres », l'Université en bénéficiera d'autant, tandis qu'en province, vu leur petit nombre, tous les inscrits dépensent largement, et parfois avec usure, les sommes qu'ils versent pour les exercices pratiques. D'ailleurs, la plupart des laboratoires de Paris sont de dimensions trop restreintes et trop médiocrement organisés, pour être en mesure d'abriter cette masse d'élèves qui s'inscrivent aux Facultés. Tous les Chefs de laboratoires en conviennent du reste et beaucoup reconnaissent que certaines Universités de province ont plus d'espace, sont proportionnellement mieux outillées que les laboratoires de la Capitale.

V. — L'esprit public en matière d'Enseignement.

Nous avons vu avec quelle continuité, avec quelle persévérante sollicitude, avec quel discernement judicieux, Pouvoirs publics, Industriels et Savants veillent et s'associent, en Allemagne, pour garder au haut enseignement cette suprématie qu'il a conquise dans le monde des nations civilisées. Chez nul autre peuple, si ce n'est en Suisse et aux Etats-Unis, mais ici avec un esprit tout différent, cette union n'est aussi intime qu'en Allemagne. Chez nul autre peuple elle n'a conduit à des résultats aussi féconds pour la gloire et la richesse nationales. Les esprits y sont sans cesse en éveil pour suivre la science dans ses étapes successives, et, quand, dans son domaine si varié, il se produit une différenciation nouvelle dont les termes puissent être l'objet d'une culture, d'un enseignement spécial, on s'empresse de créer ce dernier, de le doter de laboratoires, d'Instituts, pour lui permettre de s'épanouir et de fournir matière à des recherches nouvelles. Tel est le cas de la Chimie physique et de l'Electro-Chimie.

Cette sollicitude pour l'Instruction supérieure se traduit encore par une sélection rigoureuse du personnel de savants qui ont la mission de diriger les laboratoires, et par la situation brillante, exempte de soucis, qui leur est faite. Aucune considération d'origine, de parenté et même de nationalité n'entre en ligne de compte pour le choix des Professeurs. C'est ainsi que l'Académie des Sciences et l'Université de Berlin viennent de s'adjoindre, dans les conditions les plus brillantes pour l'élu, M. le Professeur Van't Hoff, d'Amsterdam [2], le savant distingué auquel la Chimie physique doit de si belles recherches.

En Angleterre, cette union dont il est question plus haut, est loin d'exister au même degré. D'ailleurs, les pouvoirs publics semblent encore se désintéresser du haut enseignement. Seul, le monde des savants lutte pour la bonne cause et, comme nous l'avons vu, ses manifestations ont trouvé de l'écho parmi quelques industriels.

[1] Universités et Facultés, p. 213. Voir dans le même ouvrage un plaidoyer autrement éloquent que le nôtre *contre* la multiplication des Universités.

[2] M. Van't Hoff, ancien élève de Wurtz, a fait une partie de ses études à Paris.

En France, berceau de la Chimie[1] et de la Chimie physique, c'est encore l'Etat qui supporte tout le poids de la direction scientifique et de la dotation de l'Enseignement supérieur. Sauf quelques rares exceptions, le public, les industriels ignorent les Universités et le rôle qu'elles peuvent être appelées à jouer dans l'éducation nationale. Ils sont, en général, aussi indifférents au succès de ces Ecoles qu'à l'enseignement qui s'y donne. Ils ne formulent aucun avis, n'émettent aucun vœu sur la direction qu'il y a lieu de lui imprimer et sur les spécialités qu'il conviendrait d'étudier. Ils ne nous disent pas quel est, dans leur esprit, l'outillage intellectuel dont doivent être munis les collaborateurs que les Ecoles de haut enseignement leur préparent. Aucun journal de science pure ou appliquée n'est le confident de leurs doléances ou de leurs critiques, comme en Allemagne, où toutes les publications sont mises à contribution à cet effet[2]. Pour toutes ces questions ils s'en remettent à l'Etat et aux représentants de la science officielle à Paris. Et quand, par hasard, on consulte nos Assemblées, elles se livrent à des manifestations oratoires très élevées, dissertent sur le rôle qui incombe à la France dans l'éducation des peuples, écartent les questions vitales et véritablement pratiques et se bornent à émettre des votes sur des choses secondaires. Aussi notre enseignement, par suite de son éparpillement et du défaut de ressources, est incomplet, présente des lacunes regrettables et est mal coordonné.

La *Chimie physique*, pour revenir à notre sujet, n'est traitée qu'à la Sorbonne, à Grenoble et à Nancy, où depuis sept ans, sur notre demande, un de nos jeunes maîtres de conférences lui consacre *bénévolement* deux leçons par semaine, en dehors de l'enseignement spécial dont il est chargé officiellement. Quant à l'*Electro-Chimie*, elle n'est, à notre connaissance, enseignée nulle part dans nos Facultés[3].

Le savant le plus autorisé, le plus compétent en la matière, celui qui, en France, a fait faire les plus grands progrès à cette science naissante, M. Moissan, est professeur de Toxicologie à l'Ecole de Pharmacie de Paris!!!

La Faculté des Sciences de Berlin a 26 enseignements de Chimie, dont 5 ou 6 de Chimie appliquée, tandis qu'à la Sorbonne il n'en existe que 10, parmi lesquels il n'y en a pas un qui soit consacré à la Chimie industrielle. Il convient d'ajouter que l'ouverture d'un laboratoire de Chimie pratique, sous la direction de M. Friedel, constitue un premier pas fait vers une réorganisation nouvelle de l'enseignement de la Chimie à la Sorbonne.

Nous ne désespérons donc pas de voir cet état de choses se modifier. Par l'intérêt que témoignent certaines régions à l'enseignement supérieur, il semble qu'on veuille sortir de cette inertie, de cet engourdissement dans lequel nous sommes plongés depuis un demi-siècle.

Lille[1], centre industriel par excellence, vient d'être pourvu de nouveaux Instituts de Chimie, de Physique et d'Histoire naturelle, qui ne le cèdent en rien comme magnificence aux plus beaux Instituts de l'étranger. Nous ne leur faisons que le léger reproche d'être éparpillés dans la ville et de ne pas être réunis, tout en gardant chacun son autonomie, dans une même enceinte, dans un *campus*, comme disent les Américains. Maîtres et élèves, comme aussi la Science, ne peuvent que gagner à ce côtoiement.

Lyon, après avoir, il y a quinze ans, sacrifié aux vieux errements en réunissant sous le même toit deux Facultés avec leur cortège de laboratoires, se ravise, reconnaît la nécessité d'avoir des Instituts séparés, et se met en mesure de fonder un Etablissement destiné à abriter les deux services de Chimie générale et appliquée de la Faculté des Sciences, et les services analogues de la Faculté de Médecine. La municipalité a mis un terrain d'une superficie de 5.600 mètres carrés à la disposition de l'Université pour cette construction à laquelle l'Etat contribue pour 600.000 francs, la ville pour 50.000 fr., et le surplus, soit 650.000 francs, sera couvert par un emprunt gagé sur les revenus de l'Université.

A Nancy, qui fut la première Université, où le principe des Instituts séparés fut adopté et appliqué, celui de Chimie, ouvert en 1890 avec 10 élèves environ, ne compte actuellement pas moins de 120 élèves, dont 46 qui se destinent exclusivement à l'Industrie. Son enseignement s'élargit et se sub-

[1] On se rappelle la phrase de Wurtz : *La Chimie est une science française*, et les polémiques qu'elle a soulevées. Voici ce que dit, à 23 ans de distance, un des savants les plus autorisés de l'Allemagne, M. le professeur Bunte de Munich : « Dans cette pléiade d'esprits illustres qui firent entrer la « Chimie dans le cortège des sciences exactes, on voit, entre « tous, dominer le grand nom de Lavoisier. Des hommes « tels que Berthollet, Guyton, Fourcroy, Chaptal, des mathé- « maticiens comme Monge et Laplace, aussi remarquables « par la profondeur de leurs connaissances que par la lar- « geur de leurs conceptions, s'associèrent au génie de Lavoi- « sier et imprimèrent aux débuts de la nouvelle Chimie un « cachet nettement français. » Wissenschaftlische Forschung, und chemische Technik. Discours prononcé à l'Ecole Technique de Karlsruhe le 31 octobre 1896.

[2] Voir à cet égard les nombreux articles publiés depuis quelques années dans *Chemiker Zeitung*, *Chemische Industrie*, *Zeitschrift für Angewandte Chemie*, etc...

[3] Nous sommes en instance auprès du Conseil général de Meurthe-et-Moselle pour obtenir le vote de subsides nécessaires pour la création définitive d'un enseignement de Chimie physique et d'Electro-Chimie à l'Institut Chimique de Nancy. Tout nous fait présager que notre demande sera favorablement accueillie.

[1] Voir dans la *Revue générale des Sciences* du 15 juin 1895 les articles de M. Moissan et de M. Matignon sur les nouveaux Instituts scientifiques de Lille.

divise de plus en plus. Grâce à une municipalité généreuse et pleine de sollicitude pour l'instruction supérieure, la Faculté des Sciences a pu inaugurer, en même temps qu'un cours d'Electricité industrielle, un cours de Matières colorantes, de Teinture et d'Impression. Demain, nous en avons le ferme espoir, ce sera le tour de l'Electro-Chimie. Aussi ses laboratoires deviennent-ils insuffisants.

L'Ecole de Brasserie, grâce à sa prospérité croissante, due à l'activité infatigable de son zélé Directeur, se trouvant trop à l'étroit dans les locaux de l'Institut Chimique, est en train de se construire une petite usine modèle à laquelle elle consacre 60.000 francs.

Les enseignements nouveaux appellent des laboratoires nouveaux. La Teinture, la Chimie physique, l'Electro-Chimie, pour être enseignées avec fruit, ont besoin d'installations appropriées. Nous avons vu plus haut comment ces sciences sont traitées et logées en Allemagne. Aussi, nous souvenant de ces paroles : « Il faut que les Universités trouvent sur place des sympathies, des stimulants, des sucs particuliers et de l'argent, beaucoup d'argent s'il se peut.....[1] », nous nous sommes adressé à l'Industrie de la région. Notre appel n'a pas été fait en vain et a trouvé de l'écho. La Société Solvay et Cie, renommée dans le monde entier, et dont les premières usines ont été fondées aux portes de Nancy, a mis généreusement à notre disposition une somme de *cent mille francs* pour nous aider à mettre nos projets à exécution. Cet exemple, unique jusqu'à présent en France, d'une Industrie qui s'intéresse d'une façon aussi large aux choses de l'Enseignement, témoigne d'une hauteur de vues et d'une clairvoyance qui fait le plus grand honneur aux hommes distingués qui sont à la tête de cette Société. Nous leur savons un gré infini de cette initiative généreuse et nous espérons que sur tout le territoire de la France elle appellera l'attention, elle suscitera l'émulation des hommes qui ont à cœur de contribuer au progrès de la Science et à la prospérité nationale.

A. Haller,
Correspondant de l'Académie des Sciences,
Directeur de l'Institut chimique
de Nancy.

L'ÉTAT ACTUEL

DE LA CONSTRUCTION DES TORPILLES ET DES TORPILLEURS[1]

DEUXIÈME PARTIE : TORPILLEURS

Dès l'apparition des premiers bateaux porte-torpilles, le torpilleur fut l'objet des plus vives polémiques. C'est en France que l'attaque du cuirassé par le « microbe » rencontra dès le début le plus de partisans ; c'est principalement la marine française qui se préoccupa d'étudier le torpilleur à la mer, et d'en déterminer peu à peu les dimensions les plus avantageuses après les premiers tâtonnements inévitables dans la construction d'un type entièrement nouveau.

I. — Historique.

§ 1. — Les torpilleurs en France depuis 1874.

Dès l'année 1874 la France commande un torpilleur en Angleterre à M. Yarrow ; l'année suivante 7 torpilleurs sont demandés à divers constructeurs anglais ou français ; tous, sauf le torpilleur n° 1 de 95 tonneaux (chantiers Claparède), avaient un déplacement de 15 à 32 tonneaux. L'impossibilité pour des torpilleurs de 15 tonnes de résister à une mer un peu houleuse fut bientôt mise en évidence et de 1878 à 1880 on se tint presque exclusivement au torpilleur de 32 tonnes (27 mètres) fig. 1).

Ce tonnage fut bientôt trouvé insuffisant et le déplacement fut porté successivement à 46 tonneaux (torpilleurs de 33 mètres, type 60, chantiers Normand, 1880), 50 tonneaux (fig. 2) (torpilleurs Normand, 1882-1883) et 66 tonneaux (torpilleurs type Balny, chantiers Normand, 1884). A l'apparition des torpilleurs type Balny, les polémiques de presse étaient des plus vives. Pour la nouvelle école, le cuirassé avait vécu ; le « microbe » avait tué le « mastodonte ». Bon pour l'attaque comme pour la défense, pour les longues croisières comme pour les surprises, le torpilleur, tout au plus appuyé par quelques croiseurs de petit tonnage à grande vitesse, devait sillonner les mers en tous sens et couler bas tout cuirassé assez osé pour s'exposer à ses coups ou assez malheureux pour n'avoir pu échapper à sa poursuite. La nation qui pourrait mettre en

[1] Sur les *Torpilles*, voyez la *Revue* du 15 mars dernier.

[1] Universités et Facultés, p. 213.

ligne le plus grand nombre de ces petits bâtiments allait devenir maîtresse absolue de la mer. Aussi ne parlait-on de rien moins que de supprimer les nouveaux cuirassés, de démolir ceux qui étaient en chantier, de transformer ceux qui étaient en service en transports de torpilleurs. En vain faisait-on observer que la vie est extrêmement pénible à bord de ces bateaux ; qu'il est difficile au torpilleur de surprendre de jour un bâtiment dont l'équipage est sur ses gardes et de s'en approcher sans succomber sous les projectiles ennemis ; que, la nuit, les projecteurs peuvent empêcher les attaques par surprise ; que le torpilleur résiste mal aux mauvais temps, et que ses machines, d'une grande légèreté, sont sujettes à des avaries qui paralysent le bâtiment et compromettent gravement sa sécurité. Les partisans du torpilleur avaient réponse à tout : les fatigues de l'équipage et des officiers à bord du torpilleur formeront les marins et remédieront à « l'affaiblissement des caractères » ; si un torpilleur isolé ne peut attaquer avec succès un cuirassé puissamment défendu, huit, dix torpilleurs, arrivant simultanément à toute vitesse de tous les coins de l'horizon, en viendront à bout ; « pour le prix d'un cuirassé, on aurait au moins soixante torpilleurs ; il n'y a pas d'escadre qui soit en mesure de résister à l'attaque d'une pareille flottille, même en plein jour et sans la moindre surprise ». La nuit, pour enlever à l'ennemi tout moyen de défense, « les canonnières tireront sur les lampes électriques de l'escadre », et les torpilleurs « feront leur œuvre pour ainsi dire à coup sûr ». Enfin, si le torpilleur tient mal la mer, si les avaries de machines sont fréquentes, si la vitesse ou l'approvisionnement de charbon sont insuffisants, c'est que « sous la pression de l'opinion publique, on se voit forcé de construire quelques torpilleurs ; mais on s'arrange de manière à ce qu'ils ne vaillent rien pour pouvoir dire ensuite que l'essai en a échoué, qu'il n'y a plus qu'à y renoncer ».

Fig. 1. — *Torpilleur* 22 (construit dans les chantiers Claparède en 1877). — Déplacement : 32 tonnes ; longueur : 27 mètres.

Quant aux dimensions à donner au torpilleur, elles étaient trouvées ; le 33 mètres avait fait ses preuves ; adopter un plus grand tonnage, c'était enlever au torpilleur sa qualité essentielle de bateau invisible. Les plus vives protestations accueillirent la mise en chantier des torpilleurs type Balny ; on alla jusqu'à prétendre que l'on cherchait à faire condamner le torpilleur en lui donnant des dimensions incompatibles avec le rôle qu'il avait à remplir.

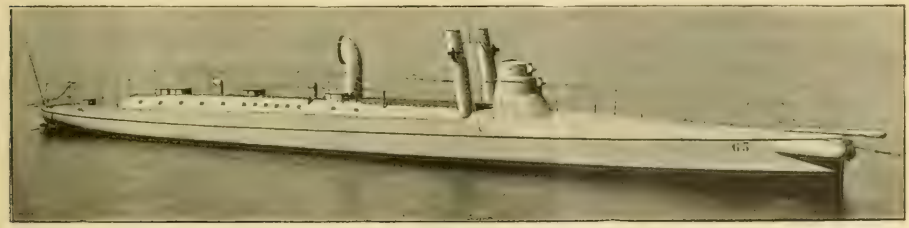


Fig. 2. — *Torpilleur* 63 (construit par MM. Normand et Cie en 1881). — Déplacement : 50 tonneaux ; longueur : 33 mètres.

Devant les protestations de la presse et malgré les rapports des officiers de marine qui constataient que le torpilleur de petit tonnage ne pouvait tenir la mer sans fatigue insurmontable pour le personnel et même sans danger, on s'arrêta dans la voie dans laquelle on s'était engagé depuis 1879 d'augmenter le déplacement des torpilleurs dits « autonomes » destinés à s'éloigner des côtes ; on fit même un pas en arrière et, par une sorte de compromis devant donner satisfaction aux officiers

de marine qui trouvaient le 33 mètres trop petit, aux partisans déclarés du torpilleur qui trouvaient le type Balny (41 mètres) trop grand, on voulut créer un type intermédiaire. La longueur en fut d'abord fixée à 34 mètres ; les plans furent remaniés à différentes reprises ; les marchés primitifs passés en 1885 furent modifiés l'année suivante ; au cours de la construction, la longueur fut portée de 34 à 35 mètres. Cinquante et un torpilleurs du type furent commandés à la fois. Malheureusement les compromis, les tâtonnements, les modifications successives d'où était sorti le torpilleur de 35 mètres, ne pouvaient donner de bons résultats; les essais furent des plus laborieux; les chaudières étaient insuffisantes, et, pour réaliser la vitesse prévue, on dut pousser la chauffe à outrance et brûler jusqu'à 400 kilos par mètre carré de grille. Les chaudières, pour la plupart, ne purent résister, et donnèrent des fuites importantes aux tubes à chaque sortie; finalement, elles furent rebutées et les fournisseurs durent pourvoir à leur remplacement; après de laborieux essais, les torpilleurs furent enfin reçus avec une vitesse moyenne de 19 nœuds.

On ne devait malheureusement pas tarder à constater que les 35 mètres présentaient un défaut plus grave que leur insuffisance de vitesse; la première année de leur mise en service, deux torpilleurs appartenant au nouveau type, le 99 et le 100 engagèrent et furent sur le point de chavirer pendant les manœuvres; les « 35 mètres » se comportaient mal à la mer par mauvais temps; leur manque de stabilité inspirait de sérieuses inquiétudes aux officiers chargés de les commander. L'avenir devait montrer que ces inquiétudes n'étaient que trop justifiées. Le 1er mars 1889, six torpilleurs de Toulon, après avoir manœuvré toute la journée aux environs de Bandol, regagnaient leur port d'attache en ligne de file lorsque, tout à coup, on vit le 102 qui passait alors à quelques centaines de mètres de l'île des Embiez, se coucher sur le flanc et se retourner la quille en l'air. La mer était maniable et rien ne pouvait faire prévoir une telle catastrophe. Remorqué par les autres torpilleurs du groupe sur de petits fonds, le 102 coulait trois quarts d'heure environ après avoir chaviré par 45 mètres d'eau. Le torpilleur put être renfloué, mais trois matelots de pont et le personnel de la machine et de la chaufferie étaient victimes de l'accident.

Trois semaines plus tard (21 mars 1889), quatre

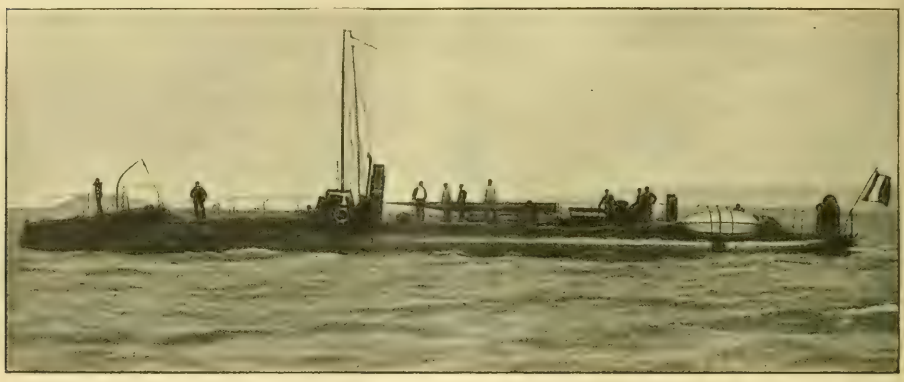


Fig. 3. — *Torpilleur de 35 mètres après transformation* (1890) — Déplacement : 55 tonnes.

Fig. 4. — *Torpilleur n° 153, à son essai de grande vitesse* (construit par MM. Normand et Cie). — Déplacement : 7 tonnes; longueur : 36 mètres; vitesse : 23 n. 8.

torpilleurs partaient du Havre pour Cherbourg; près de Barfleur la flottille fut assaillie par un grain des plus violents et les torpilleurs se trouvèrent en face d'une mer démontée; au bout de quelques minutes ils se perdaient de vue. Le 55 (un 27 mètres, Chantiers Normand) put regagner le Havre sans incident; le 71 (un 33 mètres, Chantiers Normand) et le 111 (35 mètres) parvinrent à Cherbourg, non sans avoir couru de grands dangers; le 111 faisait

Fig. 5. — *Le* Dragon, *torpilleur de haute mer, à son essai de grande vitesse* (construit par MM. Normand et Cie). Déplacement : 120 tonnes; longueur : 42 mètres; vitesse : 25 nœuds.

eau de toutes parts; les tôles étaient défoncées, la coque plissée en maints endroits. Quant au 110 (35 mètres), il avait à jamais disparu. On ne retrouva que quelques épaves qui semblèrent indiquer que le bateau n'avait pas chaviré, mais avait plutôt coulé à pic, cassé en deux sans doute par la violence des lames. L'état dans lequel le 111 avait

Fig. 6. — *Le* Forban, *torpilleur de haute mer, à son essai de grande vitesse* (construit par MM. Normand et Cie). Déplacement : 136 tonnes; longueur : 44 mètres; vitesse : 31 n. 029.

regagné Cherbourg paraît donner quelque vraisemblance à cette hypothèse.

D'importantes modifications furent faites à tous les 35 mètres (fig. 3); la disposition des tubes lance-torpilles fut modifiée, les formes de l'avant changées, les coques consolidées; malgré ces améliorations, ces bateaux restent bien inférieurs aux torpilleurs type Balny et même aux torpilleurs de 33 mètres.

Deux nouveaux types de torpilleurs de défense des côtes ont été mis en chantiers après les 35 mètres sur les plans de MM. Normand; ce sont les torpilleurs type 130 de 34 mètres et 53 tonneaux (1889) et les torpilleurs type 126, de 36 mètres et 79 tonneaux (1888). Bien que de dimensions analogues à celles des 35 mètres, les torpilleurs type 130, qui ont dépassé 21 nœuds aux essais, se sont montrés très marins en service; on ne peut que leur reprocher leur faible tonnage, qui limite nécessairement leur rayon d'action. Les torpilleurs de 36 mètres leur sont à ce point de vue bien supérieurs; leur distance franchissable dépasse 1.800 milles à la vitesse de 10 nœuds; les logements des officiers et de l'équipage sont aussi confortables qu'on peut le désirer sur des bâtiments de cette dimension; la tenue à la mer a toujours été des plus remarquables; enfin ils ont atteint des vitesses de 25 nœuds et 25 n. 5 (le 187 a donné 25 n. 7) dépassant de beaucoup tous les torpilleurs étrangers de même déplacement (fig. 4). Depuis cinq ans, tous les torpilleurs de défense des côtes mis en chantiers pour la marine française sont des torpilleurs type 126; dernièrement leur longueur a été légèrement augmentée et portée à 37 mètres.

Tous les différents types de torpilleurs que nous venons d'énumérer forment le groupe des torpil-

leurs de défense mobile, rattachés à la Direction des défenses sous-marines et destinés à rester près des côtes. Ils sont répartis, suivant leurs dimensions, en trois classes. Les torpilleurs de rattachés aux escadres, doivent suivre les croiseurs et cuirassés dans leurs évolutions, et être capables d'affronter la mer par tous les temps.

Le premier torpilleur de haute mer construit en

Fig. 7. — *Le Destroyer anglais* Rocket *à son essai de grande vitesse* (construit par MM. J. et G. Thomson, de Clydebank).

33 mètres, déclarés « torpilleurs autonomes » à l'époque de leur mise en service, sont déchus maintenant au rang de torpilleurs de seconde classe ; les torpilleurs type Balny, de haute mer France est l'*Ouragan* (1887) sorti des Ateliers et Chantiers de la Loire à Saint-Nazaire. Depuis cette époque, de nombreux torpilleurs de haute mer ont été livrés à la marine par la même Société, par

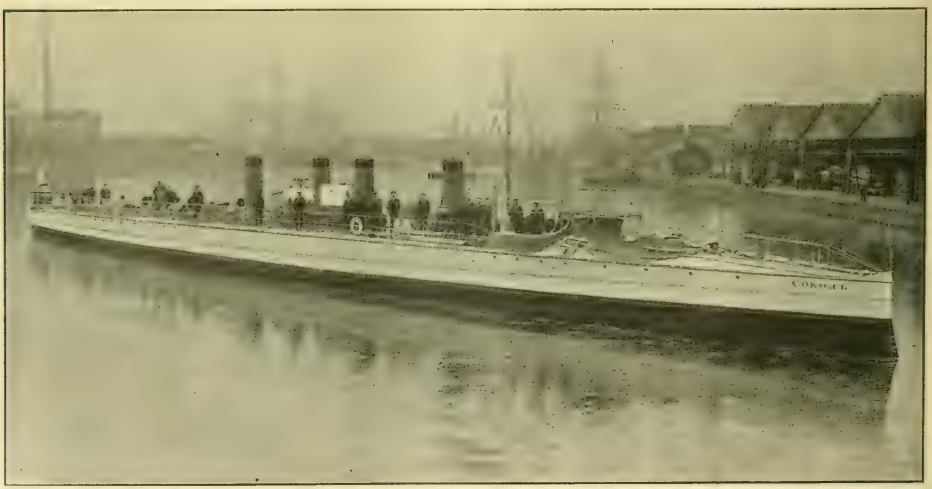


Fig. 8. — *Destroyer russe* Sokol (construit par MM. Yarrow et Cie).

en 1885, ne sont plus que des torpilleurs de 1re classe. Les torpilleurs de 36 mètres eux-mêmes, malgré leurs 80 tonneaux, ne sont pas rangés parmi les torpilleurs de haute mer. Ces derniers, dont le déplacement dépasse 100 tonneaux, sont les Chantiers et Ateliers de la Gironde, la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée et surtout par MM. Normand.

Les torpilleurs de haute mer Normand reproduisent à peu près les formes des torpilleurs de

36 mètres ; ils ont été l'occasion pour l'éminent constructeur des plus brillants succès : l'*Avant-Garde*, qui devait malheureusement se perdre quelques mois plus tard sur les côtes du Portugal dans sa traversée de Cherbourg à Toulon, donne 21 nœuds en 1889 ; l'*Archer*, avec les machines et chaudières de l'*Avant-Garde*, donne 20 n. 8 ; les torpilleurs *Dragon* (fig. 5), *Grenadier*, *Lancier*, *Ariel*, *Flibustier* dépassent largement la vitesse de 25 nœuds ; l'*Aquilon* donne 26 n. 16 ; le *Chevalier* (1893), avec ses 27 nœuds, se met au niveau des plus rapides torpilleurs étrangers ; enfin le *Forban* (fig. 6) (septembre 1895) dépasse en vitesse tous les torpilleurs du monde en réalisant la vitesse de 31 n. 029.

§ 2. — Les torpilleurs à l'étranger.

Parmi les constructeurs de torpilleurs à l'étranger, nous citerons : en Angleterre MM. Thornycroft et Cie de Chiswick, Yarrow et Cie de Poplar, White de East-Cowes, M. Laird de Birkenhead, M. Thomson de Clydebank, etc. ; en Allemagne M. Schichau d'Elbing ; et enfin en Amérique M. Herreshoff à Bristol.

A l'étranger, aussi bien qu'en France, on chercha tout d'abord à réaliser le torpilleur de tonnage minimum : en 1873, M. Thornycroft fournit à la Norvège un torpilleur de 15 nœuds, le *Rasp*, dont le déplacement n'est que de 16 tonneaux. Le premier torpilleur anglais, le *Lightning*, sorti en 1877 des chantiers Thornycroft (18 n. 55), n'atteignait pas 30 tonneaux. Plusieurs torpilleurs de mêmes dimensions furent fournis à la marine anglaise de 1877 à 1880 par MM. Thornycroft, Yarrow et White.

L'amirauté anglaise devait renoncer beaucoup plus vite que la marine française aux torpilleurs de tonnage moyen, trop lourds pour être embarqués, trop petits pour tenir la mer. A partir de 1880, les torpilleurs construits pour l'Angleterre se répartissent en deux groupes bien distincts : les torpilleurs de seconde classe destinés à être embarqués sur des navires d'escadre et dont le tonnage varie de 12 à 18 tonneaux, les torpilleurs de première classe dont le déplacement est au minimum de 60 tonneaux. Ce n'est que cinq années plus tard que l'on devait mettre en chantiers, en France, des torpilleurs de même déplacement.

Le tonnage des torpilleurs anglais de 1re classe a été sans cesse en augmentant ; les plus récents ont de 85 à 130 tonneaux. Les torpilleurs allemands atteignent des déplacements analogues.

En 1893 apparaissent les premiers *Destroyers* de l'amirauté anglaise. Comme formes, construction, emménagements, les destroyers ne diffèrent pas des torpilleurs proprement dits. Bien qu'ils soient armés de tubes lance-torpilles et susceptibles par suite d'être utilisés comme torpilleurs, ils ont principalement pour rôle de détruire les torpilleurs ennemis ; ils ont reçu à cet effet un puissant armement en canons à tir rapide (généralement un canon de 76 et cinq canons de 57), leur vitesse est considérable (27 à 29 nœuds), leur déplacement atteint 220 tonneaux et 280 tonneaux et doit leur permettre par mauvais temps de mieux conserver leur vitesse que les torpilleurs plus petits qu'ils auront à poursuivre (fig. 7 et 8).

II. — Description du torpilleur.

Les différents types de torpilleurs, de défense mobile ou de haute mer, français ou étrangers, ne présentent pas de différences fondamentales dans leurs emménagements ; nous ne nous arrêterons pas par suite à décrire un type particulier et nous nous contenterons d'indiquer sommairement les dispositions d'ensemble généralement adoptées (fig. 9).

Le torpilleur est divisé intérieurement en compartiments distincts par des cloisons étanches transversales ; ces cloisons doivent être suffisamment nombreuses et rapprochées pour que l'envahissement par l'eau d'un compartiment quelconque n'entraîne pas la perte du bâtiment.

A l'extrême avant, on trouve tout d'abord un compartiment fermé A (fig. 9), destiné à rester vide et à limiter les voies d'eau en cas d'abordage.

Le deuxième compartiment B est de trop faible hauteur pour être habitable ; aussi est-il utilisé pour renfermer divers objets de matériel et assez souvent les caisses à eau de l'équipage. C'est également dans ce compartiment que se trouve le puits du gouvernail-avant dont sont munis beaucoup de torpilleurs.

Puis vient le poste de l'équipage C, généralement séparé en deux par une « demi-cloison » montant un peu au-dessus de la flottaison ; cette cloison, tout en laissant libre communication de l'avant à l'arrière du poste, est suffisamment élevée pour arrêter l'envahissement de l'eau. Le poste de l'équipage renferme les organes de manœuvre du tube lance-torpilles d'étrave T. On peut y loger une ou plusieurs torpilles de réserve t' et des munitions. En abord, des caissons pouvant servir de bancs et de couchettes renferment les effets des hommes. Des hamacs peuvent être suspendus dans toute l'étendue du poste pour le couchage.

A l'arrière du poste de l'équipage s'élève le kiosque du commandant K', renfermant la plateforme de l'homme de barre avec le compas de route et une roue à bras. Dans tous les torpilleurs modernes, le gouvernail g est commandé par l'intermédiaire d'un « servo-moteur » x qui peut se trouver à l'avant du kiosque commandé directe-

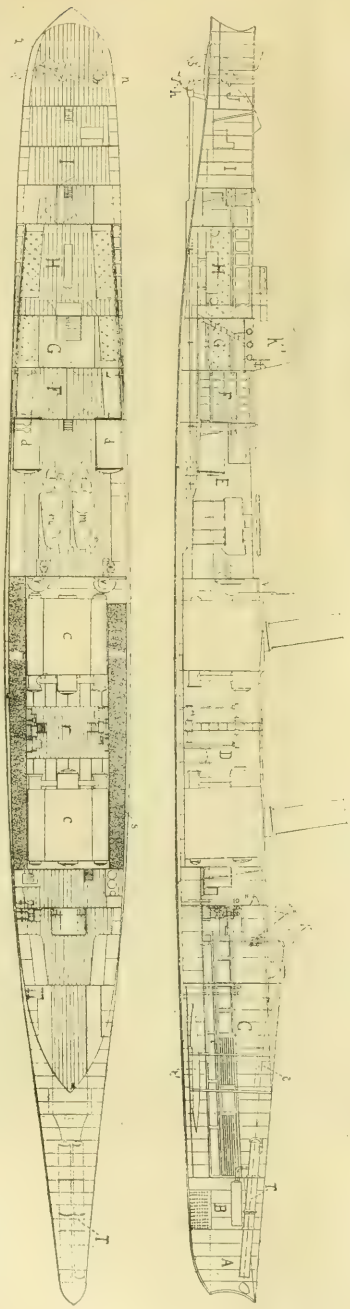


Fig. 9. — *Plan et élévation d'un torpilleur montrant les emménagements intérieurs.* — A, compartiment avant; B, deuxième compartiment; C, poste de l'équipage; D, chaufferie; E, chambre des machines; F, chambre des maîtres; G, chambre des officiers; H, carré; I, poste des maîtres; J, compartiment du gouvernail et coqueron arrière; T, T, tubes lance-torpilles; *t*, torpille prête à être mise dans le tube; *T*, torpille de réserve; K, kiosque-avant; *s*, soutes; *r*, rue de chauffe; *c*, *c*, chaudières; *v*, *v*, ventilateurs; *m*, *m*, machines; *d*, *d*, condenseurs; K', kiosque-arrière; *x*, servo-moteur; *n*, *n*, mèches des gouvernails; *g*, gouvernail; *h*, hélice.

ment par la roue à bras, ou dans un des compartiments de l'arrière (chambre des machines ou compartiment extrême arrière). Le kiosque-avant renferme encore des manipulateurs pour les signaux électriques, les leviers pour la mise de feu des tubes, les timbres, transmetteurs d'ordres et porte-voix pour les machines, etc.

La chaufferie D est parfois séparée du poste de l'équipage par une soute à charbon. Des soutes latérales *s* s'étendent de chaque bord le long des chaudières et se prolongent quelquefois jusque par le travers des machines; le charbon constitue une protection sérieuse contre les projectiles de petit calibre.

En France, les torpilleurs de défense mobile ou de haute mer n'ont qu'une seule chaufferie; presque tous les torpilleurs de haute mer et quelques torpilleurs de défense mobile ont deux chaudières avec rue de chauffe *r* commune. Les torpilleurs à une chaudière (fig. 10) ont généralement la rue de chauffe à l'arrière de la chaufferie, ce qui permet au personnel mécanicien de communiquer avec les chauffeurs par un hublot ménagé dans la cloison. A l'étranger, un certain nombre de torpilleurs ont deux chaufferies distinctes qui sont souvent placées, l'une à l'avant, l'autre à l'arrière de la chambre des machines (fig. 11).

Le compartiment des machines D renferme, outre les appareils moteurs, un certain nombre de machines auxiliaires, telles que dynamo, bouilleurs, pompes d'épuisement, pompes de compression pour les torpilles, etc. Nos torpilleurs de défense mobile n'ont qu'une machine motrice; presque tous les torpilleurs de haute mer ont deux machines.

Le logement des officiers, généralement situé à l'arrière des machines, comprend en France, sur les derniers torpilleurs construits, un carré H (fig. 9) 2 chambres G, un office et la bouteille. Sur quelques torpilleurs étrangers, comme le *Falke*, construit par Yarrow pour le gouvernement autrichien, et un certain nombre de torpilleurs américains, le logement des officiers est à l'avant et celui de l'équipage à l'arrière.

Après le logement des officiers, sont le poste des maîtres I, et enfin le coqueron J, qui sert de magasin général.

Tous ces divers compartiments ne communiquent généralement pas les uns avec les autres ; on ne peut y avoir accès que par les panneaux du pont. Sur certains torpilleurs, il existe toutefois une porte étanche entre le compartiment des machines et la chaufferie.

Les emménagements du pont comprennent, en allant de l'avant à l'arrière :

1° L'installation des ancres avec un treuil à bras

placé le plus souvent sur le pont à l'avant du kiosque;

2° Un mât de signaux, généralement placé, pour les torpilleurs français, par le travers du kiosque avant;

3° Le kiosque-avant K, muni de hublots dans les différentes directions, et qui peut recevoir à sa partie supérieure un canon ou un projecteur;

4° Le roof de la cuisine;

5° Le kiosque-arrière K′, qui peut, comme le kiosque-avant, recevoir un projecteur, un canon à tir rapide ou encore un compas de relèvement;

6° La roue de navigation de l'arrière.

Aux divers compartiments correspondent des panneaux qui permettent d'y accéder du pont; l'aération est obtenue par ces panneaux ou par des manches à air; des claires-voies et des hublots, qui peuvent être fermés par des tapes-pleines en cas d'attaque de nuit, assurent l'éclairage intérieur pendant le jour.

Un assez grand nombre de torpilleurs ont reçu une mâture formée de deux ou trois mâts légers, qui leur permet de faire, en temps de paix, de longues traversées sans consommer de charbon.

Les canons à tir rapide, quand ils ne sont pas placés sur les kiosques, sont disposés, en général, de chaque bord un peu en arrière du kiosque-avant.

La position des tubes lance-torpilles est variable. Sur un grand nombre de bateaux, l'avant est muni d'un tube fixe dont l'extrémité est engagée dans un collier venu de forge avec l'étrave. Quelques torpilleurs ont même reçu deux tubes d'étrave; avec les grandes vitesses que l'on obtient actuellement, les tubes-avant sont souvent supprimés. Les tubes du pont sont montés sur un chariot roulant sur une circulaire.

En Angleterre, les tubes sont fréquemment groupés par deux sur la même circulaire.

Quelques torpilleurs sont encore munis des installations nécessaires pour les torpilles portées. Une hampe rigide installée à l'avant du bateau permet de donner à la torpille une immersion de 2 mètres à 2^{m},50 à une distance de 7 à 8 mètres en avant de l'étrave; la manœuvre de la hampe se fait au moyen d'un treuil au moment de l'attaque.

III. — Construction.

Les torpilleurs sont construits en tôles et cornières d'acier zingué. Les matériaux em-

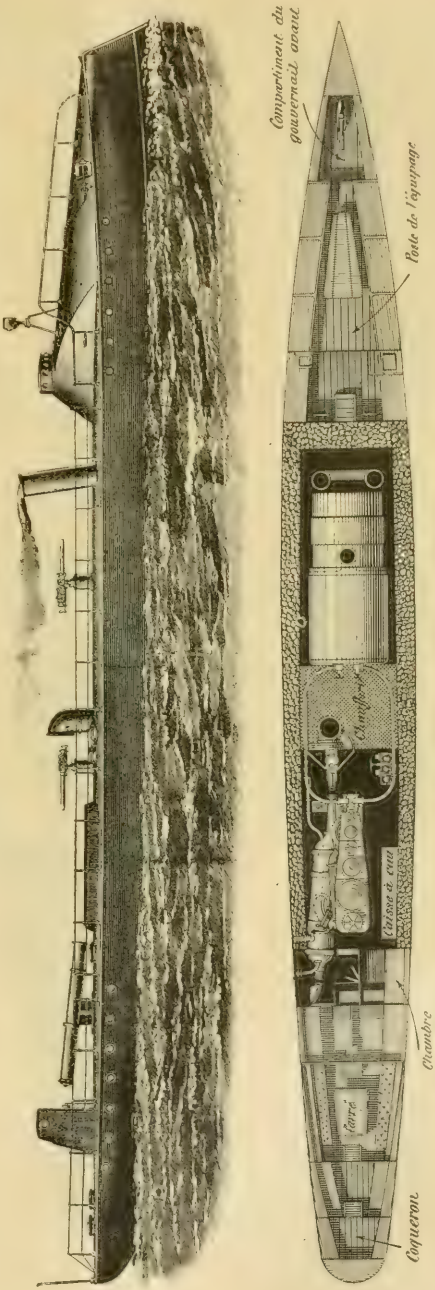


Fig. 10. — *Torpilleur espagnol* Azon (construit par MM. Yarrow et Cie). *Élévation et plan montrant l'aspect extérieur et la disposition intérieure.* Ce torpilleur ne possède qu'une seule chaudière avec rue de chauffe à l'arrière.

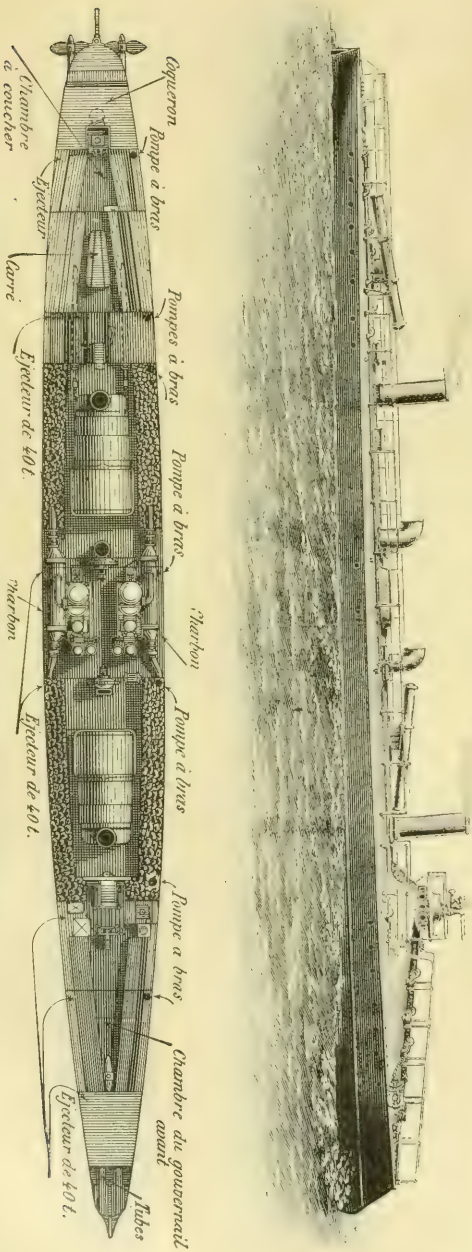


Fig. 11. — *Élévation et coupe d'un torpilleur italien de première classe* (construit par MM. Yarrow et Cie). Dans ce torpilleur, la chambre des machines est située entre les deux chaudières.

ployés sont de qualité supérieure et doivent, pour les torpilleurs français, provenir exclusivement d'acier obtenu au four Martin-Siemens. La membrure transversale est formée par les couples étanches, des couples renforcés ou porques, formés d'assemblages de tôles et cornières, et des couples ordinaires, constitués par une simple cornière assemblée dans les fonds avec une tôle varangue. Une carlingue centrale ou deux carlingues latérales constituent avec le bordé les liaisons longitudinales. Le bordé est à clins, sauf le bordé de pont dont les tôles sont à franc bord. L'épaisseur des tôles varie généralement de 2 à 5 millimètres.

Il y a un intérêt considérable, au point de vue de la vitesse, à ce que la coque du torpilleur soit aussi légère que possible, les économies de poids que l'on peut faire sur la construction permettant d'avoir, à égalité de déplacement, des machines plus puissantes. Les torpilleurs de 33 mètres et de 35 mètres, qui ont eu à subir de violents coups de vent, ont eu leurs tôles plissées, et les liaisons de la coque présentaient de sérieuses traces de fatigue; plusieurs torpilleurs de haute mer ont dû recevoir d'importantes consolidations, principalement à l'avant, au bout de quelques années de service : la légèreté de coque avait été poussée à l'excès. Sur les torpilleurs plus récents, la construction est plus robuste et les bateaux se sont bien comportés; mais les échantillons actuels doivent être considérés comme des minima au-dessous desquels on ne saurait descendre sans danger. Les efforts que supportent les tôles sous le choc des lames sont considérables; quand le torpilleur passe dans le creux ou sur le sommet d'une vague, la coque subit un effort de flexion qui fatigue principalement les tôles du pont. On a calculé que ces efforts atteignent une valeur de 10 kilos par millimètre carré pour le destroyer anglais le *Daring*. Il ne paraît pas prudent d'exposer les tôles et cornières d'acier à des charges supérieures; aussi la nécessité d'obtenir des vitesses de plus en plus rapides et, par suite, des coques de plus en plus légères a-t-elle conduit à rechercher la légèreté par d'autres moyens.

Les nombreux progrès réalisés depuis

quelques années dans la métallurgie de l'aluminium ont fait songer à employer ce métal pour les coques légères. La France a précédé les autres puissances dans cette voie. La construction du yacht en aluminium le *Vendenesse* avait montré le parti que l'on pouvait tirer du nouveau métal; en 1894, la marine commandait à M. Yarrow un torpilleur en aluminium sur les plans des torpilleurs de seconde classe anglais.

Ce torpilleur a été fait entièrement en tôles d'aluminium; l'épaisseur des tôles du bordé et des cloisons étanches varie de 2 à 4 millimètres; les membrures sont faites de cornières et varangues en aluminium; toutefois, dans la région des machines et des chaudières, les membrures sont en acier. Les rivets sont en aluminium, sauf les rivets du pont. Bien que la plupart des échantillons des torpilleurs de seconde classe anglais aient été augmentés de 25 °/₀, comme la densité de l'aluminium est environ le tiers de celle de l'acier, l'emploi de l'aluminium a permis de réaliser une économie de poids d'environ 50 °/₀, soit 2 tonneaux, sur les tôles et membrures de la construction. L'aluminium ayant été employé pour un certain nombre d'accessoires de coque et de machines, on peut évaluer à 2 t. 1/2 le gain total de poids qui a été réalisé. La coque avec ses emménagements et ses accessoires pèse environ 4 tonneaux, la machine 2 t. 400 et la chaudière 3 tonneaux. La machine à triple expansion est identique aux machines des torpilleurs Yarrow de seconde classe; la chaudière est du système Yarrow. Le torpilleur, avec une allure de 390 tours aux machines et une puissance de 270 chevaux, a donné une vitesse de 20 n. 576, supérieure de plus de 3 n. 1/2 à celle des torpilleurs construits en acier. Malgré ce brillant succès, on ne peut considérer comme résolue la question de l'aluminium; le prix encore élevé de ce métal, malgré tous les progrès réalisés à ce point de vue depuis quelques années, en limite nécessairement l'emploi; d'autre part, il reste à trouver le moyen de protéger efficacement les tôles d'aluminium contre la corrosion; sous l'action de l'eau de mer ou simplement de l'air chargé d'humidité, l'aluminium est rapidement attaqué, surtout en présence des pièces de bronze. De nombreux essais de peinture ont été faits, aucune solution définitive n'a encore été trouvée.

En Angleterre, l'aluminium a été employé sur quelques torpilleurs pour des tubes lance-torpilles et divers accessoires. On est arrivé ainsi à une économie de poids de 3 à 4 tonneaux sur les torpilleurs de première classe armés de 3 tubes.

L'aluminium a également été employé pour différents accessoires de coque sur le *Sokol*, destroyer de 30 nœuds, construit par M. Yarrow pour le gouvernement russe. Un essai des plus intéressants a été fait sur ce torpilleur pour la substitution à l'acier ordinaire d'un acier au nickel, dont la résistance est supérieure d'environ 30 °/₀ à celle de l'acier ordinaire. Les échantillons ont pu être notablement réduits et une sérieuse économie de poids a été réalisée.

Sur les nouveaux destroyers en chantiers, dont la vitesse prévue est de 30 nœuds, M. Thornycroft a recours également à un acier spécial dont les qualités exceptionnelles (62 kilos de résistance par millimètre carré, 10 °/₀ d'allongement) permettent une réduction notable des échantillons.

Pour défendre les torpilleurs contre la mousqueterie ou les projectiles des pièces de petit calibre on a songé à diverses reprises à les munir de tôles épaisses susceptibles de protéger les machines et chaudières. En 1888, Yarrow construisait pour le gouvernement japonais un torpilleur à deux hélices, le *Kotaka*, protégé par un blindage de pont d'environ 2 centimètre 1/2.

En 1888, les chantiers Orlando ont fourni au gouvernement italien un torpilleur de 42 tonneaux, le *Fatum*, muni à l'avant de tôles protectrices disposées en V s'étendant de l'avant du kiosque du commandant à l'avant de la chaufferie. Ces tôles, d'une épaisseur de 2 centimètres 1/2 environ, protègent l'appareil moteur contre un tir d'enfilade. Elles abritent en même temps deux puissants éjecteurs destinés à combattre les voies d'eau.

La question du blindage des torpilleurs, agitée à plusieurs reprises, est tombée d'elle-même devant les progrès de l'artillerie à tir rapide. On ne pourrait songer actuellement à protéger d'une façon efficace le torpilleur qu'en adoptant des épaisseurs de tôle incompatibles avec le faible tonnage et la grande vitesse de ces bâtiments. La vraie défense du torpilleur est sa vitesse, qui, jointe à ses faibles dimensions, lui permet d'agir à l'improviste et de se mettre rapidement hors d'atteinte des projectiles ennemis.

IV. — Formes des torpilleurs et qualités nautiques qui en dépendent.

§ 1. — Formes.

Le tracé des formes d'un torpilleur est de la plus haute importance au double point de vue de la bonne tenue du bateau à la mer et de la vitesse qu'il sera susceptible de réaliser avec une machine de puissance donnée.

Les desiderata auxquels on doit s'efforcer de répondre par un tracé judicieux des formes sont nombreux. Le torpilleur doit avoir un coefficient d'utilisation élevé : la résistance à la marche sera aussi faible que possible à toutes les allures, principalement à l' « allure normale », c'est-à-dire à l'allure que le torpilleur peut supporter sans

fatigue pendant une longue traversée, et à l'allure maximum. Plus l'utilisation sera forte à l'allure normale, plus grande sera la distance franchissable du torpilleur avec son approvisionnement de

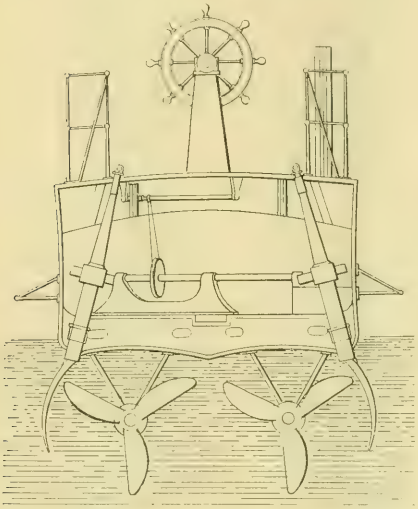


Fig. 12. — *Coupe transversale d'un torpilleur Thornycroft type* Ariete, Coureur, *etc.) par le compartiment des gouvernails.* — La roue à bras, située sur le pont, commande, par l'intermédiaire de leviers, d'une corde et d'une poulie, un arbre horizontal; celui-ci est relié à deux bras obliques ou mèches fixés aux gouvernails arqués que l'on aperçoit à droite et à gauche des hélices.

charbon ; à l'allure maximum, la vitesse sera proportionnelle à l'utilisation.

Le torpilleur sera stable et capable d'affronter soit les grandes houles de l'Océan dans une longue traversée, soit les lames plus courtes et plus dures qu'il rencontrera près des côtes; il pourra tenir la mer sans danger par tous les temps, même par coup de vent. Le torpilleur doit obéir rapidement à l'action de la barre, par calme ou par brise ; le diamètre du cercle de giration sera faible, pour la marche avant et pour la marche arrière.

Le torpilleur doit enfin être confortable ; cette condition comporte deux qualités différentes : les roulis du torpilleur doivent être de faible amplitude et doux ; de forts roulis et des rappels brusques fatiguent la coque, les machines et le personnel. Le pont du torpilleur doit rester habitable; il ne faut pas qu'il soit balayé par la mer, ni couvert d'embruns ; les paquets de mer peuvent causer des avaries sérieuses à bord ou enlever des hommes de l'équipage; quand aux embruns, ils masquent la vue et rendent le séjour du pont très pénible.

C'est uniquement par intuition et en profitant de l'expérience acquise, que l'on a perfectionné peu à peu les formes des torpilleurs. L'avant est généralement en forme de coin effilé ; l'arrière en forme de plan incliné au-dessus des hélices. Sur certains torpilleurs Thornycroft, l'arrière forme voûte, et deux gouvernails, un de chaque bord, continuent latéralement les formes de la coque, de sorte que les hélices se trouvent à l'intérieur d'un cylindre interrompu seulement à la partie inférieure (fig. 12).

Il y a grand avantage à ce que le torpilleur ne forme pas de vague à l'avant quand il est lancé à toute vitesse. La formation d'une vague entraîne une absorption de travail et une diminution de l'utilisation ; la nuit, sous les faisceaux lumineux des projecteurs, la vague se détache en blanc sur le fond plus sombre de la mer et peut révéler la présence du bateau. En fait, un assez grand nombre de torpilleurs glissent sur l'eau à grande vitesse, presque sans produire de vague ; ce fait est dû principalement à l'augmentation considérable de la différence du tirant d'eau ou à la « levée » qui se produit à grande vitesse (fig. 13). Cette levée est de plus d'un mètre à 24 nœuds pour les torpilleurs de 36 mètres et atteint 1 m. 50 environ sur le *Forban* à 31 nœuds. Elle entraîne un véritable changement des formes des parties immergées de la carène. Le tirant d'eau avant est, en fait, réduit à rien ; souvent le brion sort de l'eau et même parfois une certaine partie de la quille ; l'eau peut passer sans difficulté sous la carène sans être refoulée par la coque.

Fig. 13. — *Le* Mousquetaire, *torpilleur de haute mer à grande vitesse* (24 n. 8 construit par la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, au Havre). On voit à l'avant la levée du torpilleur.

S'il y a avantage à réduire à l'avant le tirant d'eau du torpilleur, il y aurait intérêt à accroître, au contraire, le tirant d'eau arrière afin d'avoir pour l'hélice une immersion aussi grande que possible; mais l'augmentation de tirant d'eau est nuisible au point de vue militaire; le torpilleur est destiné à naviguer près des côtes, à se cacher dans les moindres anfractuosités; il faut qu'il puisse passer partout, sans être arrêté par un tirant d'eau trop élevé. Avec les grandes vitesses que l'on demande maintenant à ces bâtiments, il est difficile d'adopter un tirant d'eau ou hélice inférieur à $2^m,30$; les torpilleurs à une seule hélice munis d'un crochet de quille qui reçoit la ferrure inférieure du gouvernail ont un tirant d'eau arrière d'environ $2^m,60$. Il est à noter qu'à grande vitesse, par suite de la levée du bâtiment, le tirant d'eau réel à l'arrière est notablement accru; l'augmentation est d'environ 55 centimètres à 24 nœuds pour les torpilleurs de 36 mètres et à 31 nœuds pour le *Forban*.

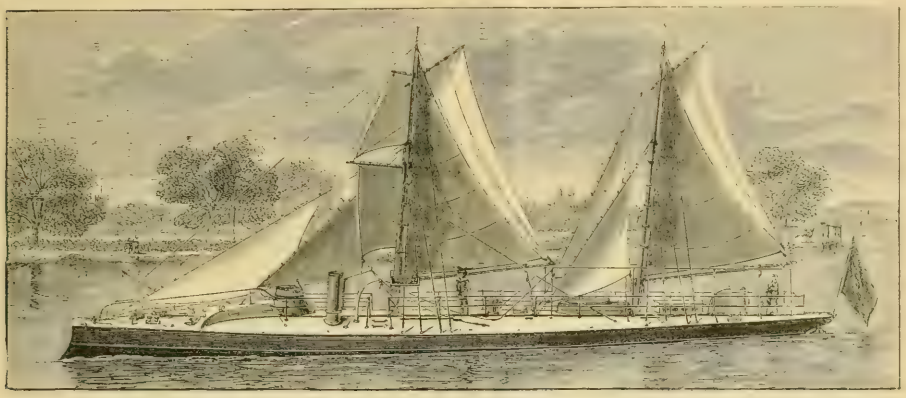


Fig. 14. — *Torpilleur Yarrow ayant fait sous voiles la traversée de Londres à Buenos-Ayres* (1881). Cette traversée de 7.200 milles a été faite en 72 jours.

§ 2. — Qualités nautiques.

Grâce aux soins apportés dans le choix des formes des torpilleurs, ces petits bâtiments sont en général très marins et susceptibles de faire de longues traversées; déjà en 1879, M. Yarrow envoyait de Londres à Brest des vedettes qui faisaient le voyage sans incident (34 heures à une vitesse moyenne de 15 nœuds). Peu de temps après 10 torpilleurs Schichau vont d'Elbing à Saint-Pétersbourg et se comportent très bien pendant toute la traversée.

En 1880, le *Batoum* va de Londres à Nicolaïeff (5.000 milles). L'année suivante 2 torpilleurs pour la République Argentine vont à la voile de Londres à Buenos-Ayres; l'un d'eux met soixante-douze jours à parcourir les 7.200 milles de la traversée. L'hélice avait été enlevée pour ne pas offrir de résistance à la marche; et le torpilleur avait reçu deux mâts et une voilure complète (fig. 14). Une fausse quille avait été disposée sur une longueur d'environ 20 mètres dans la région milieu.

En 1882, 5 torpilleurs Yarrow de 33 mètres et de 55 tonneaux environ de déplacement (type *Batoum*), vont isolément par leurs moyens de Londres à Rio-de-Janeiro, et arrivent tous à destination, malgré le mauvais temps que deux d'entre eux ont à subir en route.

Enfin des torpilleurs anglais sont allés de Londres en Australie, mettant à la voile pour la traversée de l'Océan Indien. En 1886, Schichau livre au gouvernement chinois un torpilleur de 24 mètres qui va par ses moyens jusqu'en Chine.

En 1888, des torpilleurs Yarrow vont à Guayaquil (Équateur) (10.670 milles) et Hong-Kong.

Les torpilleurs français n'ont pas eu l'occasion de faire d'aussi longues traversées. Plusieurs torpilleurs de 36 mètres ou de haute mer ont été envoyés de Cherbourg à Toulon; les torpilleurs *Pernow*, *Sestroretsk*, sortis des chantiers de M. Normand, sont allés du Havre en Russie; les torpilleurs 128 et 129 ont suivi l'escadre à Cronstadt. Tous ces bâtiments se sont parfaitement comportés à la mer même par mauvais temps.

A côté de ces heureuses traversées, nous devons malheureusement signaler de tristes catastrophes. Nous avons relaté déjà la perte des torpilleurs 102 et 110. Plus récemment le torpilleur 20, parti de Saint-Nazaire pour Rochefort avec le 119, a chaviré

en vue de l'île d'Aix. Après s'être redressé, le torpilleur a coulé bas en quelques instants.

Les marines étrangères ont eu à déplorer des pertes analogues : en octobre 1890, le torpilleur italien 105 a disparu dans une tempête. En 1893, un torpilleur de seconde classe anglais a chaviré. Tout récemment le torpilleur Schichau n° 41 de 88 tonneaux s'est perdu dans la mer du Nord avec 13 hommes d'équipage.

Eu égard aux faibles dimensions des torpilleurs et aux mauvais temps que ces petits bâtiments ont eu maintes fois à affronter, les accidents ont été en somme assez rares et l'on peut dire qu'entre les mains d'un habile commandant, le torpilleur moderne de tonnage analogue à celui de nos torpilleurs de première classe peut affronter la mer à peu près par tous les temps.

V. — Perfectionnements apportés aux chaudières de torpilleurs.

L'accroissement continu du déplacement des torpilleurs et de la vitesse que l'on a exigée de ces petits bâtiments a entraîné une augmentation considérable de la puissance des machines. Avec une puissance de 400 chevaux, le *Lightning*, dont le déplacement ne dépassait pas 27 tonneaux, donnait une vitesse de 19 nœuds. Il a fallu dépasser 4.600 chevaux sur le *Daring* pour réaliser une vitesse de 28 n. 21, et il faut des machines d'environ 6.000 chevaux sur les derniers destroyers pour obtenir des vitesses de 30 nœuds. Pour réaliser 32 ou 33 nœuds comme le demande actuellement l'Amirauté anglaise, il faudra développer avec les destroyers une puissance d'au moins 8.000 chevaux.

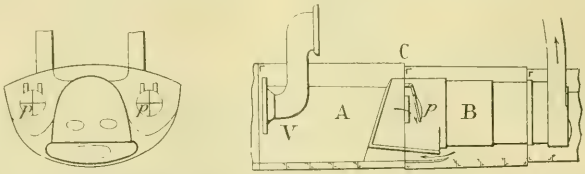


Fig. 15. — *Dispositif de sécurité Yarrow pour prévenir les retours de flammes.* — C, cloison complète séparant la chaufferie en deux compartiments A et B; *p*, porte se soulevant par la poussée de l'air; V, ventilateur. La flèche inférieure indique l'arrivée de l'air au cendrier.

Depuis vingt ans, tous les constructeurs s'ingénient à perfectionner les machines, à les rendre légères en même temps que robustes, peu encombrantes tout en étant faciles de conduite ou de démontage, économiques aux différentes allures, tout en conservant la plus grande simplicité possible.

L'usage du vase clos a permis d'augmenter notablement la puissance de vaporisation des chaudières. Un ventilateur refoule dans la chaufferie close de toutes parts de l'air, qui ne trouve d'autre issue que par les grilles. Il en résulte un tirage énergique qui permet de brûler de 300 à 400 kilos par mètre carré de grilles. Des pressions de vapeur de plus en plus élevées ont été adoptées; on est monté de 8 à 10 kilos, puis à 12; de nombreux types de chaudières ont été inventés et ont permis d'atteindre des pressions de 14 kilos et plus; les machines à triple expansion ont remplacé les machines Compound à deux ou trois cylindres; quelques torpilleurs (le torpilleur *Bathurst* de Yarrow pour le gouvernement argentin, des torpilleurs Herreshoff) ont même reçu des machines à quadruple expansion. Les cylindres ont été munis de chemises, de fonds et couvercles à circulation de vapeur. En vue d'obtenir des machines robustes et légères, on a substitué l'acier à la fonte, au fer et au bronze. On a même essayé de faire usage de l'aluminium pour certaines pièces de machines telles que les tiroirs et différents accessoires (écrans, tuyaux de graissage, enveloppes, parquets, etc.).

§ 1. — Chaudières tubulaires.

Les chaudières tubulaires du type locomotive ont été pendant longtemps les seules employées pour les torpilleurs. Dès le début, elles donnèrent lieu à de sérieuses difficultés; des fuites abondantes se déclaraient très fréquemment sur les plaques de tête, soit pendant la marche, soit plus généralement au moment où on commençait à ralentir l'allure de la machine, ou même parfois après la rentrée dans le port; quelquefois ces fuites donnaient lieu à des « retours de flammes », la vapeur chassant par les portes du foyer et du cendrier dans la chambre de chauffe les flammes et les produits de la combustion.

L'accident était d'autant plus grave que les chauffeurs, enfermés dans le vase clos, ne pouvaient s'échapper qu'en produisant un appel d'air par le panneau de la chaufferie et en augmentant ainsi les risques de brûlures. Des dispositifs de sécurité furent adoptés. Sur les torpilleurs Thornycroft, les portes des cendriers sont ouvertes en temps normal sous la poussée de l'air et s'appliquent au contraire contre la façade dès que la pression dans le cendrier devient plus élevée que dans la chaufferie. Un conduit spécial partant du cendrier et débouchant sur le pont est muni d'une porte qui s'ouvre automatiquement sous la pression des gaz et permet le dégagement des flammes et de la vapeur. C'est cette disposition légèrement modifiée qui est employée sur la plupart de nos

torpilleurs; les portes des cendriers peuvent être énergiquement appuyées contre la façade au moyen de barres qui s'engagent dans des crochets fixés sur les volets; l'ouverture de la porte de dégagement des gaz peut être instantanément obtenue par le dégagement d'un verrou dont la manœuvre se commande de la chaufferie, de la chambre des machines et du pont.

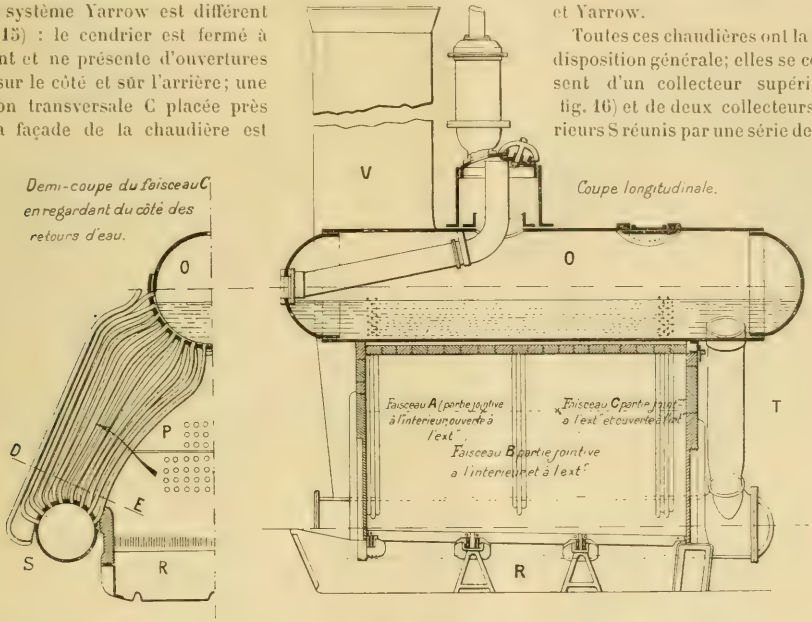
Le système Yarrow est différent (fig. 15) : le cendrier est fermé à l'avant et ne présente d'ouvertures que sur le côté et sur l'arrière; une cloison transversale C placée près de la façade de la chaudière est percée d'un trou muni d'un volet mobile *p* analogue aux volets des cendriers des torpilleurs Thornycroft; en cas de fuites aux tubes, la vapeur et les gaz de la combustion se trouvent en contact avec les fonds du navire et se refroidissent avant d'arriver à la cloison transversale; le volet empêche d'ailleurs le retour des gaz dans la rue de chauffe. Cette disposition présente le grand avantage d'isoler complètement la rue de chauffe des parties milieu et arrière de la chaudière et de la protéger contre l'envahissement de la vapeur en cas d'une rupture de l'enveloppe produite par des projectiles. Elle a été conservée sur les récents torpilleurs de M. Yarrow, en particulier sur le *Sokol* livré récemment à la Russie.

Grâce à ces diverses dispositions, les fuites aux tubes sont devenues moins dangereuses pour les chauffeurs; elles n'en restent pas moins un des grands inconvénients des chaudières locomotives.

§ 2. — **Chaudières multitubulaires.**

Depuis quelques années, les chaudières multitubulaires sont employées pour la plupart des torpilleurs. Les plus répandues sont les chaudières du Temple, Normand, Thornycroft et Yarrow.

Toutes ces chaudières ont la même disposition générale; elles se composent d'un collecteur supérieur O (fig. 16) et de deux collecteurs inférieurs S réunis par une série de tubes de petit diamètre qui constituent la surface de chauffe de la chaudière. Généralement des tubes de gros diamètre, au nombre de deux ou de quatre, et placés extérieurement au foyer, réunissent le collecteur supérieur aux collecteurs inférieurs et assurent une circulation active pour l'eau de la chaudière.



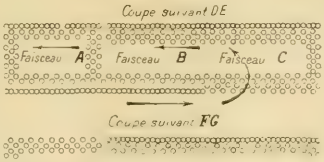


Fig. 16. — *Chaudière Normand, type* Aquilon. — O, collecteur supérieur; S, collecteur inférieur; P, faisceau tubulaire; T, retour d'eau; R, cendrier; V, cheminée.

Dans la chaudière du Temple, les tubes sont fixés aux collecteurs au moyen de viroles coniques et d'écrous; les gaz provenant de la combustion s'élèvent directement de la grille à la cheminée à travers le faisceau de tubes.

Dans la chaudière Normand, les tubes sont dudgeonnés à leurs extrémités dans les collecteurs. La grille ne s'étend pas sur toute la longueur de la chaudière. Une véritable chambre de combustion est formée par les tubes et un mur transversal en

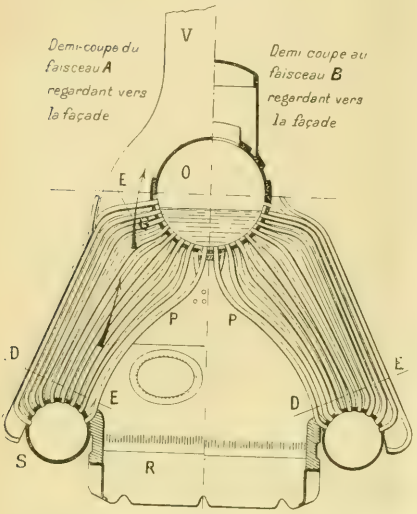


Fig. 17. — *Chaudière Normand, type* Aquilon. — O, collecteur supérieur; S, collecteur inférieur; P, P, faisceaux tubulaires; R, cendrier; V, cheminée.

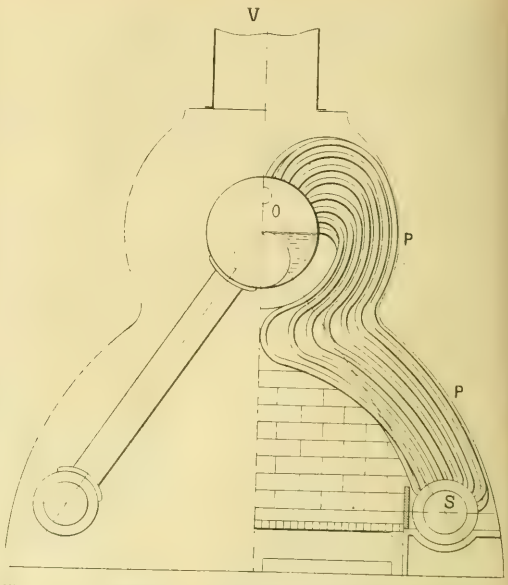


Fig. 19. — *Chaudière Thornycroft.* — O, collecteur supérieur; S, collecteur inférieur; P, faisceau tubulaire; V, cheminée.

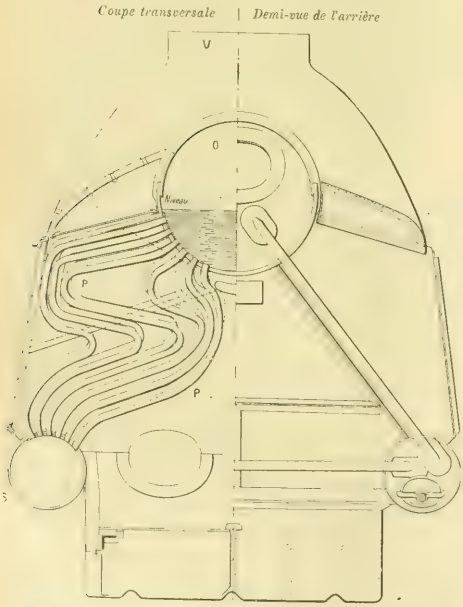


Fig. 18. — *Chaudière Normand du Temple.* — O, collecteur supérieur; S, collecteur inférieur; P, faisceau tubulaire recourbé deux fois.

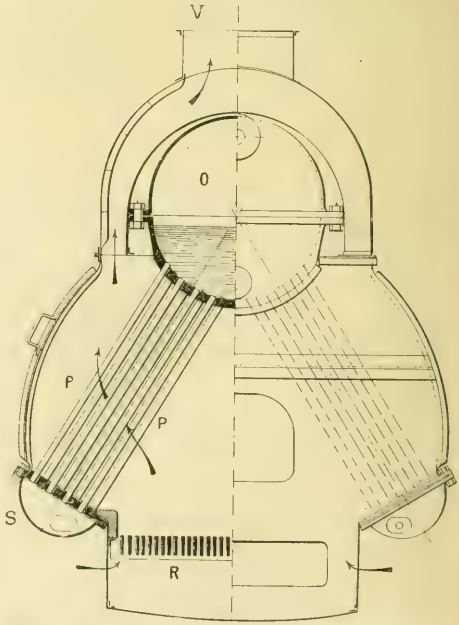


Fig. 20. — *Chaudière Yarrow.* — O, collecteur supérieur, S, collecteur inférieur; P, faisceau tubulaire; R, cendrier; V, cheminée.

maçonnerie. Les produits de la combustion ne peuvent s'échapper du foyer pour pénétrer à l'intérieur du faisceau tubulaire que vers l'avant et ils parcourent la chaudière dans toute sa longueur avant d'arriver à la cheminée placée au delà du mur en briques réfractaires. Cette disposition assure une combustion plus complète et permet d'éviter les panaches de flammes que l'on observe parfois avec les chaudières du Temple quand la chauffe est mal conduite ou trop activement poussée. Un certain nombre de destroyers anglais (*Banshee*, *Contest*, *Dragon*, *Ferret*, *Lynx*, *Rocket*, *Shark*, *Surly*) ont reçu des chaudières ainsi disposées. Dans les chaudières plus récentes de l'*Aquilon*, la circulation des gaz est différente (fig. 16 et 17) : le mur en briques est supprimé ; les deux premières rangées de tubes à l'intérieur de la chaudière sont ramenées dans un même plan, de façon à former écran, sur la moitié de la longueur de la chaudière environ à partir de l'avant; les deux dernières rangées de tubes à l'extérieur sont également ramenées dans un même plan, de façon à former écran, sur toute la longueur de la chaudière. La cheminée est sur l'avant. Les gaz ne peuvent pénétrer dans le faisceau tubulaire que par l'arrière et doivent parcourir tout le faisceau de l'arrière à l'avant pour se rendre à la cheminée ; la chaudière est donc à retour de flammes. Les nouvelles chaudières Normand ont donné sur l'*Aquilon* les résultats les plus satisfaisants.

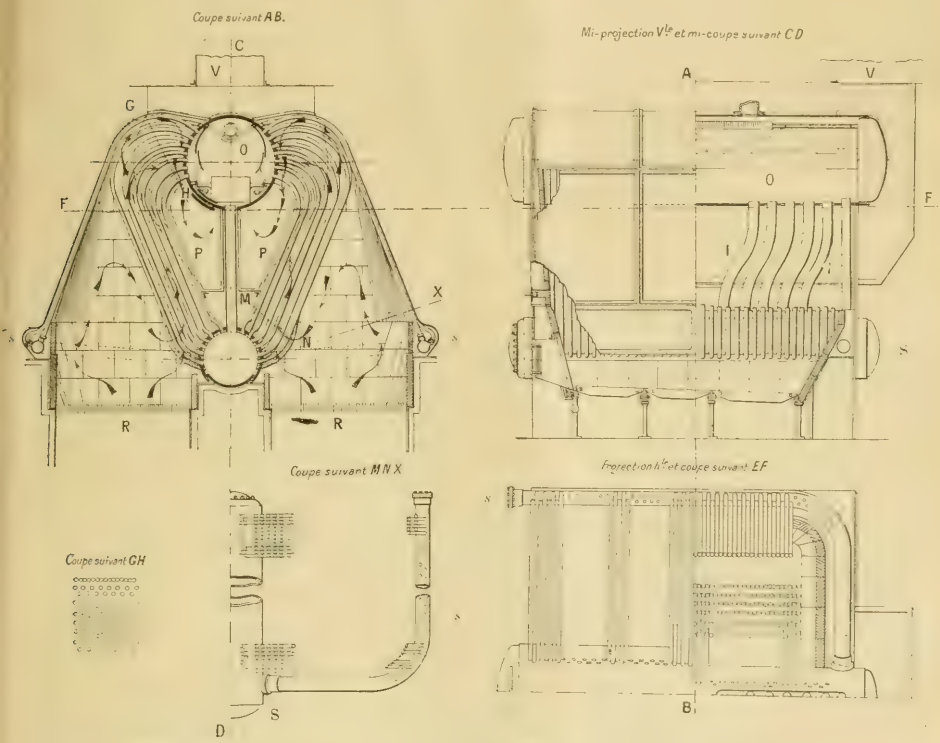


Fig. 21. — *Chaudière Thornycroft, type Daring.* — O, collecteur supérieur; S, collecteur inférieur principal; *s*, *s*, collecteurs inférieurs secondaires; P, faisceau tubulaire; R, cendriers; I, I, retours d'eau.

Nous ne ferons que mentionner la chaudière Normand-du Temple (fig. 18) à tubes dudgeonnés dans les collecteurs, dans laquelle la circulation des gaz se fait comme dans la chaudière du Temple.

Dans les chaudières Yarrow (fig. 20) les tubes P sont droits et ont tous à peu près la même longueur. Les collecteurs inférieurs S se composent d'une partie demi-cylindrique et d'une partie plane recevant les emmanchements des tubes. Les gaz traversent directement le faisceau P et se rendent à la cheminée V. L'emploi des chaudières Yarrow sur le *Hornet* a donné un gain de poids de 11 tonneaux

par rapport au *Havock* (chaudières locomotives). Sur les dernières chaudières Yarrow, les tubes de retour d'eau ont été entièrement supprimés. La circulation se fait alors par les tubes des rangées extérieures moins fortement chauffées que les rangées intérieures.

Dans la chaudière Thornycroft (fig. 19), les tubes des deux premières rangées inférieures sont ramenés dans le même plan à partir d'une certaine hauteur au-dessus des grilles et forment une voûte complète; les deux rangées extrêmes vers l'extérieur sont ramenées dans un même plan sur toute la hauteur de la chaudière et ne se décroisent qu'à une faible distance du collecteur supérieur O. Les gaz pénètrent, entre les deux écrans ainsi formés, par le bas des premières rangées et traversent verticalement le faisceau avant de se rendre à la cheminée. Les tubes, au lieu de déboucher dans l'eau à la partie basse du collecteur supérieur, contournent celui-ci et débouchent dans la vapeur. Une chicane est disposée dans ce collecteur de façon à éviter les entraînements d'eau. Les tubes peuvent se dilater librement et leurs emmanchements ne sont pas exposés à la chaleur.

Les chaudières Thornycroft du *Daring* ont une disposition différente (fig. 21). Il n'y a plus qu'un collecteur inférieur principal placé au centre entre deux foyers distincts. De chaque côté, deux collecteurs de faible diamètre *s* protégés par des briques reçoivent les emmanchements inférieurs des tubes des deux rangées extrêmes; ces tubes sont ramenés dans un même plan de façon à former écran et à éviter les pertes de chaleur par les côtés des foyers. Les petits collecteurs placés en abord communiquent avec le collecteur inférieur central. Les produits de la combustion pénètrent dans le faisceau tubulaire P par le bas; entre les tubes et les deux collecteurs principaux se trouve une chambre formant boîte à fumée et que traversent les produits de la combustion avant de se rendre à la cheminée V. Les nouvelles chaudières Thornycroft sont plus puissantes que les anciennes pour le même encombrement. La hauteur du foyer, plus considérable, rend la charge plus facile. Elles ont donné de bons résultats sur le *Daring* et sont employées maintenant de préférence aux chaudières du type primitif.

Les différentes chaudières multitubulaires de torpilleurs (du Temple, Normand, Thornycroft, Yarrow) présentent toutes le grand avantage de se prêter parfaitement à l'emploi de hautes pressions; on a atteint 14 et 15 kilos et on pourrait sans inconvénient pour la chaudière aller au delà; elles supportent des combustions très actives sans fatigue et résistent bien aux à-coups qu'elles peuvent avoir à subir : on peut en quelques instants passer d'une faible allure à l'allure à outrance, et inversement; la précaution, indispensable après une chauffe avec les chaudières type locomotive de laisser la chaudière se refroidir lentement, n'est pas nécessaire. Leur principal inconvénient est de donner lieu parfois, en pleine marche, à des ruptures de tubes qui paralysent subitement la chaudière. Il peut en résulter un coup de feu pour le faisceau tubulaire; en temps de guerre, cette avarie pourrait avoir les plus graves conséquences, en rendant brusquement le torpilleur indisponible au moment d'une attaque ou même en le laissant à la merci de l'ennemi. Après avoir essayé divers métaux pour les tubes, laiton, cuivre rouge, on semble revenir à peu près exclusivement maintenant à l'emploi de l'acier. Avec les chaudières multitubulaires, il est indispensable que l'eau d'alimentation soit toujours douce et exempte de graisses; les dépôts de sels ou de boues graisseuses peuvent empêcher la circulation de l'eau et provoquer la rupture des tubes. Aussi le graissage intérieur des cylindres, avec ces chaudières, doit être réduit au strict nécessaire et n'être fait qu'avec des huiles minérales parfaitement pures; en Angleterre, il est même complètement supprimé. L'emploi de filtres à éponges permet de débarrasser l'eau d'alimentation des substances grasses qu'elle peut renfermer; ces filtres (filtres Normand) sont employés sur tous les torpilleurs français. Grâce à ces diverses précautions et à l'emploi de matériaux de premier choix, les ruptures de tubes sont maintenant moins fréquentes, et, bien entretenues, les chaudières multitubulaires donnent toute satisfaction en service. Elles sont de plus en plus employées sur les torpilleurs et il est à présumer qu'avant peu elles auront complètement supplanté les chaudières type locomotive.

§ 3. — Chauffage au pétrole.

Depuis plusieurs années, on a tendance à substituer le pétrole au charbon pour la chauffe des torpilleurs. Le charbon présente l'inconvénient de donner une fumée épaisse qui signale de loin la présence du bateau; il exige des chauffeurs expérimentés et rend à grande vitesse la chauffe extrêmement pénible; l'encrassement des grilles au bout d'un certain nombre d'heures de marche réduit très notablement la vitesse que le torpilleur peut donner. Avec le pétrole, la combustion peut être complète et sans fumée; la chauffe est, en quelque sorte, automatique et n'exige pas un personnel aussi nombreux; le vase clos peut être facilement supprimé. Les changements d'allure sont obtenus presque instantanément. En cas d'avarie de chaudière, la fermeture d'un robinet éteint instantanément les feux. Les installations com-

prennent, en général, un récipient dans lequel le pétrole est refoulé par une pompe à une pression suffisante pour assurer l'écoulement du pétrole de la caisse aux brûleurs. Sur le torpilleur au pétrole construit par MM. Dexford en 1889, la pulvérisation du pétrole était obtenue dans chaque brûleur au moyen d'air comprimé. Dans le système d'Allest la pulvérisation est obtenue par la vapeur.

§ 4. — Cendriers étanches de M. Yarrow.

Les voies d'eau dans la chaufferie présentent pour les torpilleurs une gravité exceptionnelle : les feux se trouvent rapidement éteints et le torpilleur est privé de ses moyens de locomotion et de ses moyens d'épuisement. M. Yarrow a imaginé un dispositif de cendrier étanche (fig. 22) qui permet au torpilleur de parcourir 40 à 50 milles à la vitesse de 10 nœuds après l'envahissement de la chaufferie par l'eau. L'air arrive au cendrier par les côtés et par l'arrière en passant par un caisson étanche C qui entoure la chaudière et s'élève au-dessus de la flottaison. Si une voie d'eau importante se déclare dans la chaufferie, les chauffeurs chargent les grilles à refus, ferment les foyers munis de portes étanches et évacuent la rue de chauffe. Le charbon continue à brûler sur les grilles et la chaudière peut fournir de la vapeur pendant quatre ou cinq heures environ à petite vitesse. Cette installation peut être facilement combinée avec le dispositif Yarrow, pour prévenir les retours de flammes, que nous avons décrit précédemment.

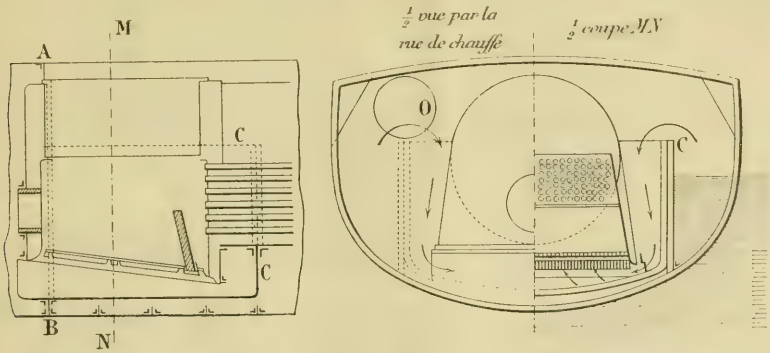


Fig. 22. — *Cendrier étanche, système Yarrow.* — AB, cloison étanche séparant la rue de chauffe du compartiment arrière de la chaufferie; O, ouverture ménagée dans la cloison AB pour le passage de l'air, qui parcourt ensuite le trajet indiqué par les flèches jusqu'au foyer; C, caisson étanche entourant la chaudière.

VI. — Machines des Torpilleurs.

§ 1. — Machines à triple expansion.

Les machines de torpilleurs sont le plus souvent à triple expansion; dans les torpilleurs Normand et les torpilleurs des Forges et Chantiers, on a cherché à diminuer leur encombrement en longueur en disposant les tiroirs latéralement; le tiroir à haute pression est cylindrique; les tiroirs moyenne pression et basse pression sont des tiroirs plans à double orifice (fig. 23 et 24). Ils sont conduits par des coulisses (torpilleurs Normand) ou des systèmes Marshall (torpilleurs des Forges et Chantiers).

Les cylindres, fonds et couvercles, sont à circulation de vapeur; dans les torpilleurs Normand des soupapes de compression s'opposent à ce que la contre-pression atteigne dans les cylindres une valeur exagérée et permettent à la vapeur de faire retour à la boîte à tiroir pendant la période de compression.

Le réchauffeur d'eau d'alimentation Normand est formé, comme un condenseur ordinaire à surface, d'une enveloppe, de plaques de tête et de tubes. L'eau refoulée par les pompes alimentaires passe par les tubes du réchauffeur avant de se rendre aux chaudières; le réchauffage est obtenu par la vapeur prise au réservoir intermédiaire entre le moyen et le grand cylindre; un purgeur automatique assure l'évacuation au condenseur de l'eau condensée. Des essais comparatifs faits aux allures de 10 et 15 nœuds sur des torpilleurs ont montré que cet appareil donne une économie d'environ 20 % pour la consommation de charbon.

M. Thornycroft a adopté pour le destroyer le *Daring* et a reproduit depuis sur plusieurs torpilleurs un type de machines qui présente plusieurs particularités intéressantes[1]. Les machines sont à triple expansion et quatre cylindres. Les cylindres

[1] La *Revue* a donné, dès l'apparition de ce type, une description détaillée avec figures des machines. Voir l'article de M. A. Gay, dans la *Revue gén. des Sciences* du 15 décembre 1894, tome V, pages 934 à 937.

forment deux groupes; le premier composé du cylindre à haute pression et du cylindre à moyenne pression, le second groupe des deux cylindres de basse pression; dans chaque groupe, les axes des cylindres sont inclinés de part et d'autre du plan longitudinal de la machine et rapprochés transversalement, de telle sorte que les bras contigus des manivelles correspondantes sont dans le prolongement l'un de l'autre. L'angle de calage pour les cylindres d'un même groupe est choisi de telle sorte que les pistons arrivent ensemble au point mort opposé. Grâce à ces dispositions, l'encombrement en longueur de la machine est très réduit; les paliers sont au nombre de quatre par machine, et n'ont à supporter que des efforts relativement faibles, les pressions verticales exercées par les cylindres adjacents étant de sens contraire.

Le bâtis est d'une grande légèreté et est formé de colonnes parallèles aux tiges de pistons, soutenues par des arcs-boutants. Il n'y a pas, en réalité, de plaque de fondation; les traverses reposent sur les carlingues et sont simplement réunies entre elles d'un côté par une cornière en acier moulé, de l'autre côté par une plaque en acier.

Dans les torpilleurs Yarrow, on a cherché à réduire au minimum l'encombrement en largeur des machines; les cylindres et les tiroirs ont leurs axes dans le même plan longitudinal; cette disposition présente l'avantage de donner des machines plus dégagées; elle a, par contre, l'inconvénient de nécessiter des chambres de machines plus longues. Les tiroirs sont tous cylindriques. Un réchauffeur du même principe que le réchauffeur Normand est disposé sur le refoulement des pompes alimentaires.

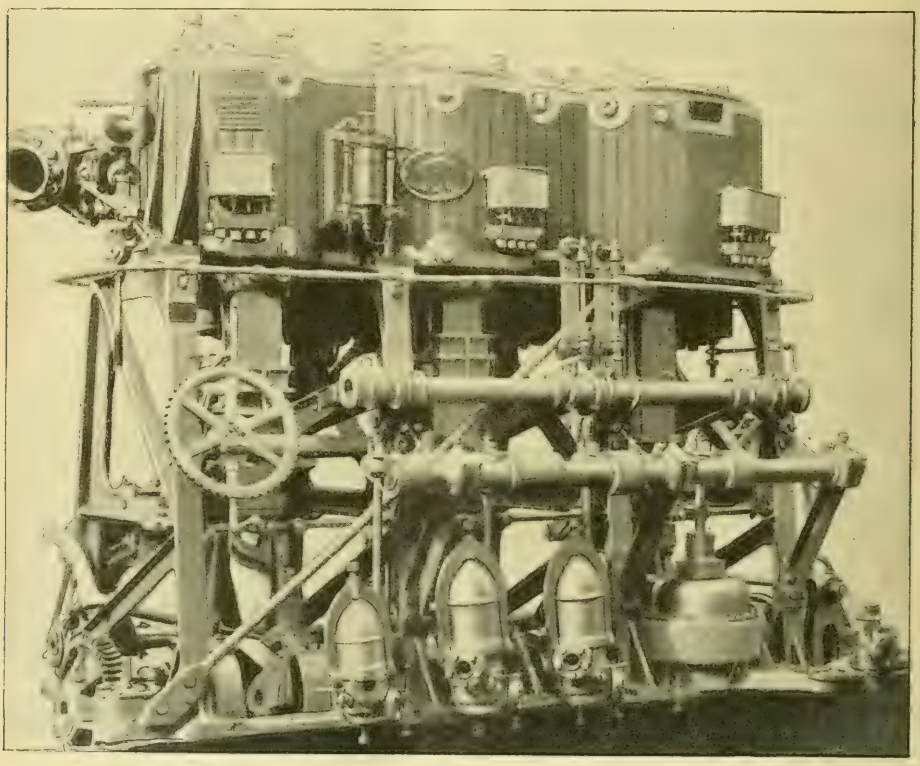


Fig. 23. — *Machine à triple expansion d'un torpilleur Normand, vue par devant.*

§ 2. — Machines à quadruple expansion.

Dès l'année 1887, la Société des Chantiers et Ateliers de la Loire a fait sur les torpilleurs type *Ouragan* un essai de machine à quadruple expansion. Deux cylindres dont les axes sont inclinés de 45° sur la verticale agissent par leurs bielles sur une manivelle de l'arbre moteur; à petite vitesse,

ces cylindres jouent l'office de cylindres à haute pression et de premier cylindre à moyenne pression; deux cylindres de détente à axe vertical constituent le second cylindre à moyenne pression et le cylindre à basse pression. A grande vitesse, la vapeur peut être introduite directement dans les deux premiers cylindres et la machine est transformée en machine à triple expansion. Les résultats donnés par cette combinaison n'ont pas été de vue du fonctionnement économique de la machine; avec une même consommation de charbon, le *Bathurst* aurait donné une puissance de 1.230 chevaux au lieu de la puissance de 1.120 chevaux réalisée sur les torpilleurs identiques à triple expansion. Malgré le surcroît de poids d'environ 3 tonneaux résultant de l'adoption des nouvelles machines, le gain de vitesse aurait été de plus d'un nœud.

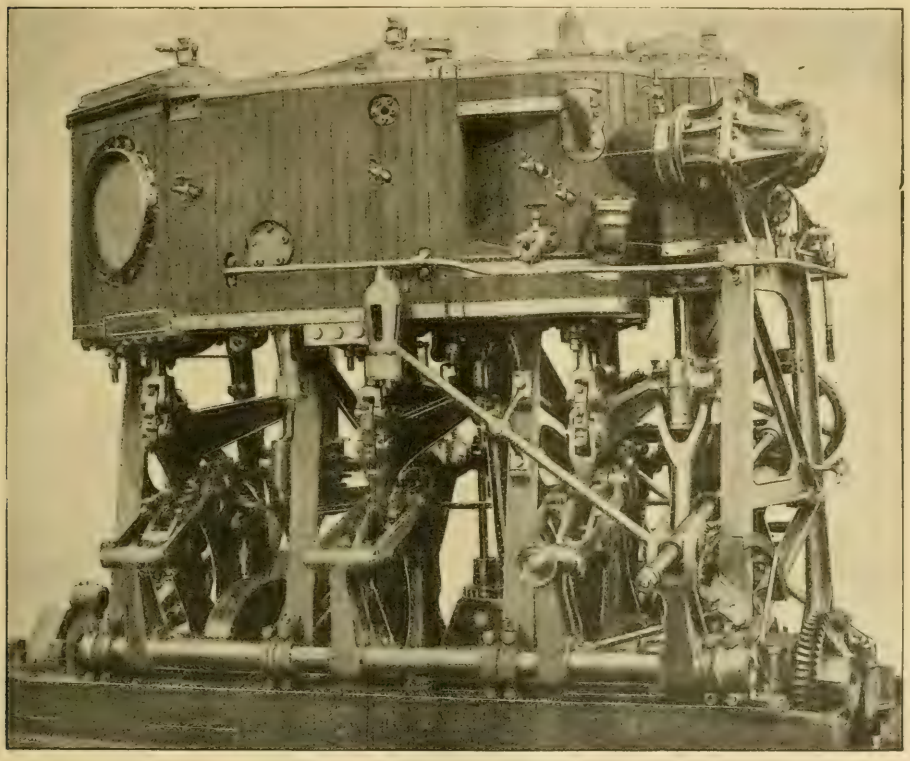


Fig. 24. — *Machine à triple expansion d'un torpilleur Normand, vue par derrière.*

très satisfaisants: la consommation de charbon a été assez forte surtout à grande vitesse, soit que les complications de tuyautage nécessitées par ce double fonctionnement de la machine aient amené des condensations exagérées, soit que cette disposition de machine ne se soit pas prêtée à un travail aussi régulier et aussi économique de la vapeur dans les différents cylindres.

L'essai de machine à quadruple expansion fait en 1890 par M. Yarrow sur le torpilleur *Bathurst* pour le gouvernement argentin, aurait, au contraire, donné des résultats des plus satisfaisants au point

§ 3. — Rapidité d'allure.

La valeur du nombre de tours par minute adopté pour l'allure à outrance d'une machine a beaucoup varié suivant les constructeurs; des allures rapides permettent d'avoir, avec un faible encombrement, des machines puissantes et légères; par contre, la surveillance des machines devient plus difficile; les échauffements brusques sont à craindre, les avaries plus fréquentes et plus graves; aussi peut-on dire qu'une machine présentera d'autant plus de garanties de bon fonctionnement que le nombre

de tours à vitesse maximum sera plus faible.

En France, on s'en est tenu généralement aux environs de 330 et 350 tours, même pour les plus belles vitesses des torpilleurs Normand de 36 mètres ou de haute mer.

Les torpilleurs Schichau ont également à l'allure à outrance des nombres de tours relativement faibles. Les torpilleurs du type *Aquila* ont dépassé 26 n. 5 sans donner plus de 335 tours.

En Angleterre au contraire, on a fréquemment atteint des allures de 380, 400, 500 et même 600 tours. Les torpilleurs de seconde classe construits par M. Yarrow, tournent à 600 tours environ. Les destroyers ont, pour la plupart, une allure de 400 tours qui paraît bien rapide pour des machines de plus de 2.000 chevaux; il est à noter, d'ailleurs, que, bien qu'étant depuis peu de temps en service, ces bâtiments ont eu déjà plusieurs avaries sérieuses de machines.

VII. — Vitesse des torpilleurs.

Les vitesses réalisées par les torpilleurs depuis vingt ans, ont été sans cesse en augmentant. Depuis 1877 le record de la vitesse a été détenu successivement par Thornycroft avec le *Lightning*, par Yarrow, en 1882, avec le *Batoum* (22 n. 46), en 1885 avec le torpilleur *Falke* (24 nœuds) et en 1887 avec les torpilleurs italiens de 100 tonneaux (25 nœuds), par Schichau, en 1888, avec les torpilleurs type *Aquila* (26 n. 8). Ces vitesses sont dépassées par le *Hornet* (27 n. 6) des chantiers Yarrow (1894), le *Daring* (29 n. 1) de Thornycroft, et le *Sokol* (29 n. 7) de Yarrow. Enfin le *Forban* (chantiers Normand), l'emporte actuellement de plus d'un nœud sur tous les torpilleurs à flot avec la vitesse de 31 n. 03 qu'il a réalisée pendant son essai officiel.

Les brillantes vitesses que nous venons de mentionner sont des vitesses d'essais; elles ont été obtenues par des mers généralement calmes, avec des coques exceptionnellement propres, un personnel parfaitement exercé et, pour les torpilleurs étrangers tout particulièrement, avec un déplacement notablement différent de celui qui correspond à l'armement normal du torpilleur en service. C'est ce qui a fait dire à des critiques anglais qu'un torpilleur n'est qu'un bateau « conçu en vue de réaliser un essai de recette à toute puissance ». D'essais comparatifs faits en France et à l'étranger, il résulte que les torpilleurs des différents types perdent à grande vitesse de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{10}$ de nœud, suivant leur déplacement, par tonneau de surcharge. Une différence de 20 tonneaux entre le déplacement aux essais et le déplacement en charge correspond donc à une différence de un ou même deux nœuds pour la vitesse. Aussi ne doit-on considérer les chiffres que nous venons de donner plus haut que comme des chiffres approximatifs qui ne peuvent servir d'une façon absolue de bases de comparaison. Quand on parle de la vitesse d'un torpilleur, il est essentiel de spécifier les conditions diverses

Tableau I. — Vitesses de 3 Torpilleurs.

	Vitesses aux essais de recettes	Vitesses aux essais comparatifs	
		avec le plein des soutes	après consommation d'une partie du charbon en soutes
Sveaborg	19,70	18,70	19,70
Viborg	20 »	15 »	19,5
Vindava	21 »	16 »	17 »

dans lesquelles cette vitesse a été obtenue, le déplacement du torpilleur pendant l'expérience, la durée pendant laquelle la vitesse a été maintenue, etc. Il est très intéressant à ce sujet de se reporter aux essais qui ont été faits en 1887 et 1888 par la marine russe et la marine espagnole, en vue de comparer sous le rapport de la vitesse réelle et de l'endurance à la mer les torpilleurs provenant des différents chantiers.

En 1887, des essais comparatifs furent faits en Russie entre les torpilleurs :

Sveaborg, des chantiers Normand.

Vindava, des chantiers Schichau.

Viborg, des chantiers Thomson.

Il fut procédé d'abord à des essais sur les bases, les torpilleurs ayant leur plein de charbon. Puis

Tableau II. — Vitesses de 6 Torpilleurs.

Fournisseurs	Torpilleurs	Durées de la traversée	Vitesses moyennes	Vitesses aux essais de recette
Normand	*Barcelo.*	3h27'	19,7	19,»
Yarrow	*Halcon.*	3,30	19,6	23,04
Thornycroft	*Rayo.*	3,32	19,5	26,3
Thornycroft	*Ariete*.*	3,57	17,2	26,3
Thornycroft	*Ordoner.*	4,14	16,1	20,16
Thornycroft	*Acedevo.*	4,20	15,8	20,16

* Par suite d'une avarie, l'*Ariete* n'a pu faire la traversée qu'avec une seule chaudière.

les torpilleurs devaient faire une traversée de quarante-huit heures environ et subir une nouvelle épreuve sur les bases avec le restant de charbon en soutes. Pendant l'essai en route libre les torpilleurs eurent à affronter une violente tempête; le *Sveaborg* seul put continuer sa route, mettant ainsi en évidence la supériorité de ses qualités

nautiques. Quant aux essais sur les bases, ils furent également l'occasion d'un brillant succès

Le torpilleur le moins rapide aux essais de recette était donc en fait le plus rapide en service.

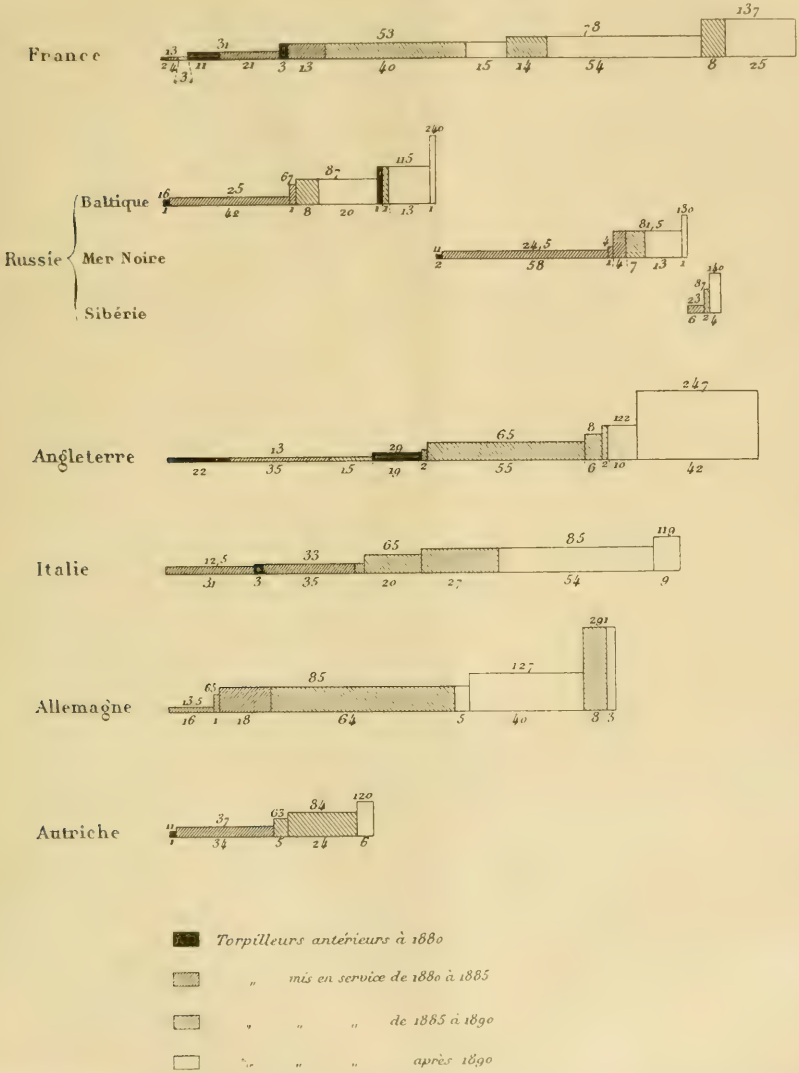


Fig. 25. — *Nombre et déplacement des torpilleurs des principales puissances.* — Les torpilleurs de dimensions à peu près identiques sont représentés par des rectangles dont la base est proportionnelle au nombre des torpilleurs et la hauteur au déplacement moyen par bateau; les nombres inscrits au-dessous de chaque rectangle indiquent le nombre des torpilleurs du groupe; les nombres inscrits au-dessus indiquent le déplacement moyen par groupe.

pour les torpilleurs Normand, comme on peut s'en convaincre par la comparaison des chiffres que résume le tableau I.

L'année suivante, des essais analogues faits par la marine espagnole devaient se terminer par un succès non moins brillant pour les torpilleurs Nor-

Tableau III. — Nombre et Déplacement des torpilleurs des différentes puissances.

	TORPILLEURS VEDETTES de 1 à 19 tonnx		TORPILLEURS 3e CLASSE 20 à 39 tonnx		TORPILLEURS 2e CLASSE 40 à 59 tonnx		TORPILLEURS 1re CLASSE 60 à 99 tonnx		TORPILLEURS HAUTE MER 100 à 180 tonnx		TORPILLEURS DESTROYERS plus de 180 tx		NOMBRE TOTAL	DÉPLACEMENT TOTAL
	Nombre	Déplacement total des torpilleurs du groupe	Nombre	Déplacement total des torpilleurs du groupe	Nombre	Déplacement total des torpilleurs du groupe	Nombre	Déplacement total des torpilleurs du groupe	Nombre	Déplacement total des torpilleurs du groupe	Nombre	Déplacement total des torpilleurs du groupe		
France	9	124	25	787	81	4.302	68	5.320	33	4.544	»	»	216	15.077
Angleterre	72	954	19	546	2	80	61	4.412	12	1.464	42	10.560	208	17.527
Russie — Baltique	1	16	42	1.050	»	»	29	2.759	15	748	1	240	88	5.823
Russie — Mer Noire	2	22	58	1.425	1	40	24	1.957	1	130	»	»	86	3.574
Russie — Sibérie	»	»	6	138	»	»	2	174	4	560	»	»	12	872
Italie	32	400	42	1.403	»	»	101	8.185	9	1.070	»	»	184	11.058
Allemagne	16	216	»	»	»	»	89	7.626	40	5.070	11	3.200	156	16.112
Autriche	1	11	34	1.256	»	»	29	2.331	6	720	»	»	70	4.318
Grèce	22	396	13	343	10	496	6	510	»	»	»	»	51	1.745
Espagne	3	36	3	81	2	116	33	2.242	3	321	»	»	44	2.796
Pays-Bas	1	10	22	662	5	140	10	873	»	»	»	»	38	1.685
Turquie	»	»	»	»	7	294	24	1.815	2	270	3	750	36	3.129
Danemark	12	144	4	117	3	152	6	511	2	224	»	»	27	1.479
Suède	1	5	8	194	9	362	»	»	7	495	»	»	25	1.056
Norwège	4	72	8	316	2	86	»	»	»	»	»	»	14	474
Portugal	»	»	8	300	»	»	3	180	»	»	»	»	11	480
Roumanie	2	30	»	»	3	165	»	»	»	»	»	»	5	195
Brésil	13	136	2	60	5	260	»	»	6	840	»	»	25	1.296
Républiq. Argentine	14	206	»	»	4	208	6	510	2	220	»	»	26	1.144
Costa-Rica	1	12	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	12
Etats-Unis	4	54	1	30	»	»	»	»	5	641	»	»	10	725
Chili	4	37	8	250	»	»	1	70	»	»	1	300	13	657
Japon	»	»	20	640	17	952	20	1.785	»	»	1	190	58	3.567
Chine	2	20	13	333	»	»	27	1.780	5	608	»	»	47	2.761
Possess. anglaises	11	140	»	»	»	»	9	813	»	»	»	»	20	953
Possess. hollandaises	»	»	»	»	»	»	5	415	»	»	»	»	5	415

mand. A la suite de manœuvres ayant duré environ trois mois, des essais de vitesse furent faits de Carthagène à Alicante entre tous les torpilleurs ayant pris part aux manœuvres et restant disponibles. La distance parcourue étant de 68 milles, les résultats de l'essai furent ceux que résume le tableau II (page 254).

Un torpilleur Normand de 19 nœuds l'emportait donc en vitesse sur des torpilleurs anglais de 23 et 26 nœuds. Il est à noter d'ailleurs que le *Barcelo* a été à peu près le seul torpilleur qui n'ait eu aucune avarie pendant toute la durée des manœuvres.

Ces deux exemples montrent d'une façon manifeste à quel point peuvent être illusoires les grandes vitesses annoncées parfois à l'étranger. La véritable vitesse d'un torpilleur est celle qu'il peut donner avec son armement complet et le personnel qui doit le mener au combat : une vitesse d'essai, si brillante qu'elle soit, obtenue par un tour de force de chauffeurs et mécaniciens exceptionnellement dressés, avec un bateau n'ayant qu'une partie de son armement, n'est qu'un chiffre sans intérêt militaire.

VIII. — Torpilleurs français et étrangers.

Pour comparer la puissance des torpilleurs français à celles des torpilleurs étrangers, nous répartirons ces derniers

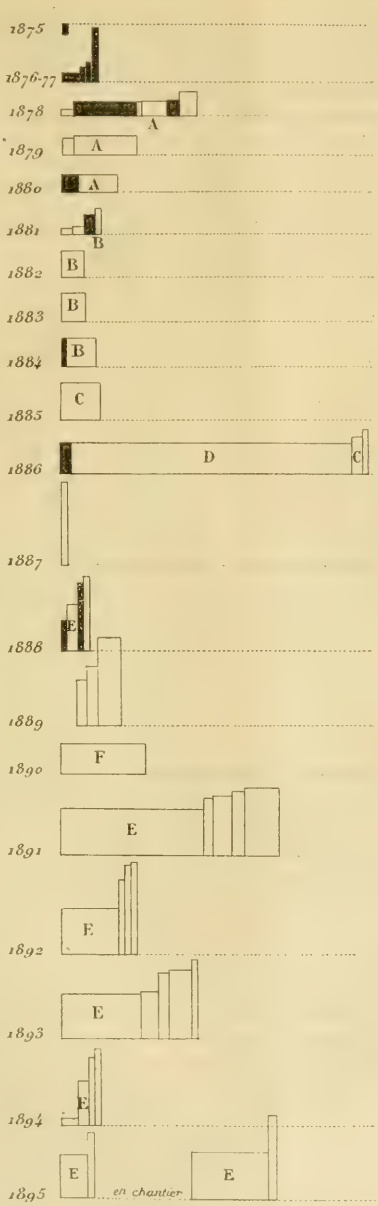


Fig. 26. — *Nombre et déplacement des torpilleurs français mis en chantier depuis 1875.* Chaque rectangle représente un groupe de torpilleurs identiques; la base donne, à l'échelle de 1mm par unité, le nombre des torpilleurs du groupe, et les hauteurs, à l'échelle de 0mm,1 par tonneau, le déplacement de chaque torpilleur du groupe. — A, torpilleurs de troisième classe; B, type 60 (33 mètres); C, type Balny (41 mètres); D, 35 mètres; E, type 126 (36 mètres); F, type 130 (34 mètres). Les torpilleurs représentés en noir sont aujourd'hui rayés de la liste de la flotte.

en plusieurs classes d'après leur déplacement :

Nous appellerons *vedettes* les torpilleurs d'un déplacement inférieur à 20 tonneaux. Les torpilleurs de 20 à 40 tonneaux, de 40 à 60 tonneaux, de 60 à 100 tonneaux formeront les groupes des torpilleurs de 3e, 2e et 1re *classes* ; au-dessus de 100 tonneaux, les torpilleurs seront dits de *haute mer* ; à partir de 180 tonneaux, ils seront assimilés aux *destroyers*. Ce groupement correspond à très peu près à la classification des torpilleurs français.

Nous avons groupé dans le tableau III et dans les figures 25 et 26 divers renseignements relatifs aux torpilleurs des différentes puissances.

IX. — Valeur militaire des torpilleurs.

Si les polémiques auxquelles a donné lieu l'apparition du torpilleur sont moins vives de nos jours qu'il y a dix ans, il ne faut pas en conclure que la valeur militaire du torpilleur soit nettement définie. Pendant la révolution du Chili, au Brésil, dans la rivière Min, à Shoe-Poo, pendant la guerre sino-japonaise à Waï-haï-Weï, les torpilleurs ont réussi, il est vrai, de brillantes attaques. Mais tant de facteurs entrent en ligne de compte dans les questions militaires, la valeur des commandants, la discipline et l'entraînement des équipages, les conditions particulières de la guerre, qu'il serait prématuré de tirer des conclusions fermes de quelques faits isolés.

Les dernières grandes manœuvres ont précisé la nature du rôle que le torpilleur est vraisemblablement amené à jouer; mais la question, non moins grave, du succès plus ou moins grand avec lequel le torpilleur remplira la mission que l'on attend de lui est moins nettement résolue. Il ne saurait, d'ailleurs, en être autrement. Malgré les soins que l'on prend pour se rapprocher des conditions d'une véritable guerre, les grandes manœuvres conservent toujours un côté conventionnel qui laisse nécessairement place aux appréciations et conclusions personnelles. Les manœuvres avec lancements réels de torpilles sont rares; le prix des torpilles automobiles est trop élevé pour que l'on puisse courir fréquemment le risque de les perdre dans des lancements à la mer. Lorsque, dans une attaque de nuit, un torpilleur arrive à bonne distance du bâtiment qu'il attaque, et brûle son feu Coston pour signaler qu'il aurait lancé sa torpille, il est souvent délicat d'estimer si l'attaque aurait réussi. La distance est difficile à évaluer la nuit; si le torpilleur a été découvert quelques minutes avant de simuler le lancement, s'il est resté quelques instants sous le feu de l'ennemi, les résultats de l'attaque sont encore plus problématiques. Enfin, toute torpille lancée, même à bonne distance, n'atteindra pas le but, d'où une nouvelle difficulté d'appréciation qui s'ajoute aux précédentes.

Les grandes manœuvres ont toutefois mis en évidence certains faits d'une grande importance militaire qui servent en quelque sorte de base à la tactique du combat torpédique.

Un torpilleur qui resterait quelques minutes sous le feu des canons à tir rapide d'un bâtiment est un torpilleur coulé. La précision des armes modernes, la rapidité du tir ne permettent pas d'en douter. Un torpilleur isolé, quelle que soit sa vitesse, ne peut donc attaquer ouvertement, pendant le jour, un croiseur ou un cuirassé.

De jour, il ne peut y avoir de chances de succès que dans le cas d'une attaque combinée de plusieurs torpilleurs tombant simultanément à l'improviste sur l'ennemi. Au milieu d'un combat, par exemple, des torpilleurs soigneusement protégés et masqués au début de l'action, pourraient, par leur brusque entrée en scène, au moment où les deux escadres seraient à faible distance, jouer un rôle important, peut-être décisif.

De nuit les torpilleurs ont plus d'avantages ; mais encore faut-il qu'ils connaissent la position de l'escadre à attaquer. Les différentes tentatives de torpilleurs se mettant à la recherche d'une escadre dont la position ne leur est pas exactement connue, ont toujours été sans résultats.

Pour discuter le rôle militaire du torpilleur, il importe de distinguer, avant tout, le torpilleur de défense mobile et le torpilleur d'escadre.

Les torpilleurs de défense mobile seront toujours à redouter pour les grands bâtiments qui s'approchent des côtes ; une escadre ne restera sans doute jamais de nuit dans des parages défendus par une sérieuse flottille de torpilleurs. De jour même, le séjour dans de tels parages serait des plus dangereux et des plus pénibles pour les équipages. Une veille incessante serait nécessaire, une négligence d'un instant pourrait causer des catastrophes irréparables. Aussi l'importance du torpilleur de défense mobile pour la défense des côtes n'est-elle plus mise en doute.

Le torpilleur d'escadre est plus discuté. Il est difficile de lui donner, avec le faible déplacement que nécessitent sa grande vitesse et le prix peu élevé que l'on peut admettre pour un bâtiment aussi exposé dans chacune de ses attaques, les qualités que l'on doit exiger d'un navire de haute mer. Les tonnages de 100 tonneaux et 150 tonneaux de nos torpilleurs dits de haute mer sont insuffisants, et il est question de verser ces bâtiments aux défenses mobiles. Les déplacements des destroyers anglais exigent des machines très puis-

santes. Le *Hornet* et le *Daring* ont donné plus de 4.000 chevaux; les nouveaux destroyers ont une puissance prévue de 6.000 chevaux. De telles machines, construites avec la légèreté des machines de torpilleurs, sont sujettes à de fréquentes avaries. On peut se demander si, en cherchant à réaliser d'aussi grandes vitesses avec des bâtiments de ce tonnage, on n'est pas conduit, suivant l'expression d'un critique anglais, à « mettre trop de chevaux dans la même écurie ». Le prix des destroyers est très élevé, près d'un million. Leurs dimensions, bien grandes déjà pour des torpilleurs, seront-elles suffisantes pour des navires d'escadre ? Les machines auront-elles, pendant un service prolongé, l'endurance voulue? Les avaries qui ont déjà été signalées sur les destroyers anglais mis en service depuis trois ans à peine permettent d'en douter.

Il ne semble pas jusqu'à présent qu'un type définitif de torpilleurs d'escadre ait été trouvé. Le torpilleur, tel qu'il existe actuellement, a sa place près des côtes. L'empire de la mer appartient encore aux cuirassés.

H. Brillié,
Ingénieur des Constructions navales.

L'EXPÉDITION POLAIRE DU Dr FRIDTJOF NANSEN

La Société de Géographie vient de rendre un éclatant hommage au docteur norvégien Fridtjof Nansen, le triomphateur du jour. Grâce à un plan logiquement conçu et à un itinéraire savamment combiné, l'illustre voyageur a vu ses efforts couronnés de succès dans l'entreprise d'un des voyages d'exploration les plus pénibles et les plus périlleux. On peut dire que presque toutes ses prévisions se sont réalisées, à quelques petites exceptions près, et que son programme a été exécuté dans son entier et dans les délais prévus.

Cela tient principalement à ce que, avant de se lancer vers l'inconnu, Nansen avait minutieusement étudié la question sous toutes ses faces et avait choisi la meilleure des solutions qui s'offraient à lui pour atteindre le but convoité, la seule peut-être dont l'homme pouvait disposer dans l'état actuel de la science et que presque tous ses contemporains ont repoussée avec terreur. Il s'était bien pénétré des besoins à satisfaire par l'étude de toutes les tentatives faites avant lui, dans cette lutte vaillamment soutenue par ses devanciers pour arracher au sphinx du Nord le secret si bien défendu ; on peut dire qu'il a déployé dans cette étude d'éminentes qualités de stratégiste.

I. — L'ÉTUDE DES PRÉCÉDENTS.

Ayant remarqué que toutes les expéditions polaires depuis les plus reculées jusqu'aux plus récentes, — depuis Parry en 1827 ; Payer et Weyprecht en 1872-74 avec le *Tegethoff*; le Commandant Clément Markham en 1876 avec l'*Alert ;* le capitaine de Long avec la *Jeannette* en 1879-81, et enfin le lieutenant Lockwood et Brainard en 1882, pour ne parler que des plus récentes, — ayant remarqué que toutes ces expéditions avaient eu à lutter contre une force mystérieuse tendant à les entraîner invinciblement vers le Sud, Nansen pensa qu'au lieu de s'obstiner, comme ses devanciers, à vouloir toujours suivre la même direction et à remonter le courant polaire, il était préférable de rechercher la direction précise de ce courant et, tournant la difficulté, de se laisser emprisonner par la banquise, au delà du pôle, et de suivre la dérive naturelle des glaces.

Un autre point qui l'avait frappé était le naufrage de la plupart des navires des différents corps expéditionnaires, naufrages survenus par le fait de l'écrasement des vaisseaux sous la pression énorme des glaces. Il en conclut qu'il fallait construire les bâtiments d'exploration assez robustes pour pouvoir résister à cette pression des glaces et qu'au lieu de redouter la banquise et de la fuir, il fallait, au contraire, se laisser guider par elle, s'y inscruster en un point favorable du courant général et s'abandonner au mouvement de dérive qui devait fatalement amener l'explorateur dans les régions les plus voisines du Pôle.

Ce sont là on peut dire les deux idées dominantes du projet de Nansen, les deux traits de génie qui caractérisent sa conception nouvelle : idées maîtresses qui ont servi de base à l'étude complète du projet, en même temps qu'elles ont puissamment contribué au succès de l'expédition.

De toutes les expéditions signalées plus haut, celle de la *Jeannette* a été bien certainement la plus désastreuse. Ce fut néanmoins l'itinéraire suivi par elle qui servit à Nansen de point de départ pour l'étude stratégique de l'expédition rêvée.

Partie du détroit de Behring en 1879, la *Jeannette* fut prise par la banquise non loin de l'île Wrangel par 71° 35′ latitude N. et 177° 26′ longitude E. Elle dériva ainsi pendant deux ans vers le Nord-Ouest et fut broyée par la pression des glaces au Nord des îles de la Nouvelle-Sibérie, le

12 juin 1881, par 77° 15′ latitude N. et 152° 39′ longitude O.

Trois ans plus tard, en 1884, on découvrait sur la côte Sud-Ouest du Groenland, à Julianehaab, des épaves provenant de la *Jeannette*. Le Professeur Mohn, de Christiania, écrivit aussitôt, dans le journal *Morgenblad*, que les épaves de la *Jeannette* avaient dû traverser l'Océan Arctique de Sibérie dans la direction du Nord-Ouest, puis passer entre le Spitzberg et le pôle pour redescendre ensuite le long de la côte orientale du Groenland.

Frappé de ces faits, le jeune Dr Fridtjof Nansen conçut, dès ce jour, le plan audacieux, mais absolument logique, qu'il est parvenu à appliquer neuf ans plus tard.

Après une aventureuse expédition au Groenland, réalisée en compagnie de sa femme, et tentée dans le but de se faire la main, le Dr Nansen exposa au commencement de 1890, à la Société de Géographie de Christiania, le plan qu'il avait mûrement élaboré depuis plusieurs années :

« Il y a une route, dit-il, pour parvenir, sinon au pôle mathématique, du moins dans son voisinage immédiat : c'est celle de la *Jeannette*. Si la *Jeannette* avait été un navire capable de résister aux assauts de la glace ; si, en même temps, elle avait eu à bord des provisions en quantité suffisante, en trois ans elle aurait atteint le pôle pour regagner ensuite, saine et sauve, les rivages du Groenland, le monde habitable et civilisé.

« La preuve, c'est que de chétifs débris ont accompli ce trajet. Les culottes, la casquette, les papiers ramassés sur un glaçon près de Julianehaab ont vu le pôle de plus près que ne l'ont vu Markham et Lockwood et que ne le verront jamais ceux qui s'obstineront à adopter le même chemin qu'eux.

« Car la banquise arctique n'est pas une immobile calotte glacée ; elle dérive lentement et régulièrement de l'Océan Arctique Sibérien à la mer du Groenland, sous la double influence d'un courant marin et de vents, sinon constants, du moins dominants qui suivent la même direction. Et c'est cette dérive qui a fait reculer Parry, qui a arrêté Lockwood, Markham et tant d'autres, partis du Groenland[1].

« Donnez-moi un navire apte à cette navigation point encore essayée ; un navire en quelque sorte amphibie[2], spécialement construit pour la mer congelée comme les vaisseaux ordinaires le sont pour la mer liquide, susceptible de lutter victorieusement contre les convulsions et les pressions de la banquise, comme les bâtiments les plus vulgaires se défendant contre les chocs des vagues et contre la tempête, — et ce navire-là n'est pas un mythe, je suis prêt à le construire ; — donnez-moi un équipage de choix, peu nombreux, mais d'une endurance éprouvée ; donnez-moi l'équipement et les approvisionnements indispensables ; donnez-moi des canots, des traîneaux et des chiens pour parer à toute éventualité, — car nul, quand il s'embarque pour voyager sur la glace ou sur l'eau libre, ne peut répondre qu'il ne naufragera pas ; — donnez-moi, en un mot, les moyens de partir dans les conditions favorables requises, et les couleurs norvégiennes flotteront sur la mer ou sur la terre polaire plus loin que n'ont jamais flotté couleurs d'aucun pays ; et nous reviendrons après avoir couvert de gloire notre pays, tous sains et saufs, le navire, l'équipage et moi-même. »

Ceux qui n'en ont pas conservé le souvenir — nous disent MM. Charles Rabot et Maurice Normand dans leur très intéressante étude que publie l'*Illustration* — imaginent du moins aisément quel bruit firent par le monde les paroles du Dr Nansen. Tandis qu'en Europe et en Amérique, géographes, météorologistes, amiraux discutaient, objectaient, protestaient, la Norvège s'enthousiasma.

Le 30 juin 1890, le Storthing norvégien vota un crédit de 277.800 francs (200.000 kroners) qui fut porté un peu plus tard à 389.000 francs. Le roi Oscar II donna 20.000 kroners (27.780 francs), l'enthousiasme et le patriotisme firent le reste, et l'argent norvégien fut seul accepté.

Finalement, le total des souscriptions et les dépenses s'équilibrèrent au chiffre de 617.186 fr., le prix du navire représentant plus des trois cinquièmes de cette somme.

II. — Le navire et le matériel de l'Expédition.

C'est surtout sur son personnel et son matériel que Nansen devait le plus compter pour mener à bonne fin son voyage d'exploration. Aussi s'occupa-t-il avec le plus grand soin du recrutement de l'un et de la construction de l'autre.

Le bateau fut ce qu'il devait être : « une sûre et chaude forteresse pour la longue dérive dans les glaces et non un fin voilier ou un vapeur rapide. »

Sa construction fut confiée à M. Colin Archer, qui l'exécuta avec un grand soin et un grand art, d'après les indications et sur les plans de Nansen.

« Le point important, écrit Nansen, était de donner à notre bâtiment des flancs tels qu'il pût être aisément soulevé pendant la pression de la glace, au lieu d'être écrasé entre les banquises. Greely, Nares, etc., ont parfaitement raison de dire qu'il n'y a là rien de nouveau. Je me suis basé simplement sur les tristes expériences du passé. Ce qui, néanmoins, peut être considéré comme nouveau, c'est le fait que non seulement nous reconnûmes que le navire devait avoir telle forme, mais que nous la lui donnâmes... »

Une carène n'offrant que le minimum de prises aux étreintes de la glace, une coque si solidement

[1] Cette observation saute aux yeux quand on examine une carte d'ensemble des régions polaires. On constate, en effet, que l'Ancien-Continent et le Nouveau n'offrent que deux passages : l'un très resserré, le détroit de Behring, d'une part, et de l'autre, un très large passage formé par la mer du Nord et une série de petits détroits sur la côte occidentale du Groenland (fig. 2, page 252). Il semble donc naturel qu'un courant s'établisse entre l'Océan Pacifique et l'Océan Atlantique en passant par le Pôle.

[2] Nansen en réclamant un bateau *amphibie* avait trouvé le vrai mot de la situation. Ce qu'il lui eût fallu pour pleinement réussir, c'eût été un bateau *submersible* pour pouvoir, suivant les circonstances, tenter indifféremment la navigation maritime ordinaire quand la mer était libre et tantôt la voie sous-marine. Nous avons préconisé cette méthode nouvelle d'exploration dans notre étude « Au pôle nord en bateau sous-marin » (*Rev. scientif.* du 19 sept. 1896).

établie qu'elle pût résister, quand elle ne réussirait pas à leur échapper, aux plus fortes pressions extérieures, dans quelque direction qu'elles se produisissent, — voilà ce que voulait Nansen et ce que Colin Archer lui donna.

Le navire devait être aussi petit que possible, un petit navire étant plus propre à la navigation dans les glaces. Petit et court, les flancs très obliques, le navire de Nansen devait avoir un tonnage de 402 tonnes et une largeur égale au tiers de sa longueur (fig. 1).

Les dimensions principales étaient les suivantes : longueur de la quille, 31 mètres; longueur à la ligne de flottaison, 34m,50; longueur totale sur le pont, 39 mètres; largeur extrême, 11 mètres; largeur à la ligne de flottaison, 10m,40; profondeur, 5m,20; tirant d'eau à demi-charge, 3m,80; déplacement à demi-charge, 580 tonnes; à pleine charge, tirant d'eau, près de 4m,60 et déplacement, 800 tonnes.

Quand le plan et les dimensions furent entièrement arrêtés, on commença la construction du navire, auquel Nansen donna le nom de *Fram* (*En avant !*).

Pour pouvoir échapper aux étreintes de la glace, on évita de donner au *Fram* les aspérités et les surfaces planes, en cherchant à en faire une sorte de coin pouvant se dégager de lui-même sous l'effort de la pression. Les parois reçurent des épaisseurs de 60 à 70 centimètres. Toute la construction a été exécutée en vieux chêne italien conservé à Horten depuis trente ans.

La carène et le double pont furent très solidement entretoisés, ainsi qu'on peut le voir sur la partie de la figure 1 représentant les coupes transversales.

Le pont fut surélevé pour donner de la place aux chaudières et au moteur de 220 chevaux, qui furent placés à l'arrière.

Des précautions furent prises pour protéger l'hélice et le gouvernail en les plaçant très bas pour éviter le choc des glaçons. Des puits, ménagés à cet effet, permettaient de remonter hélice et gouvernail sur le pont pendant la période d'hivernage.

Au-dessus de la chambre des machines, on plaça les cabines, la cuisine et le salon, en ayant soin d'avoir trois tambours et quatre portes entre les cabines et l'extérieur pour éviter le froid. Les parois des cabines étaient soigneusement construites d'une série de couches de matières isolantes : liège, linoleum, feutre goudronné, matelas de poil de renne, etc.

Le *Fram* fut gréé en trois-mâts goélette. Le grand mât mesurait 24m,50 de hauteur, le mât de misaine 15 mètres, et le nid de corbeau pour la vigie se trouvait sur la flèche d'artimon, à 32 mètres au-dessus de l'eau. La voilure avait une surface totale de 560 mètres carrés.

Le *Fram* reçut une installation électrique composée de dynamos et d'accumulateurs. Ceux-ci pouvaient être chargés à volonté soit par le moteur à vapeur quand celui-ci marchait, soit par un moulin à vent installé sur le pont quand on était arrimé à la banquise. Pour suppléer au défaut de lumière

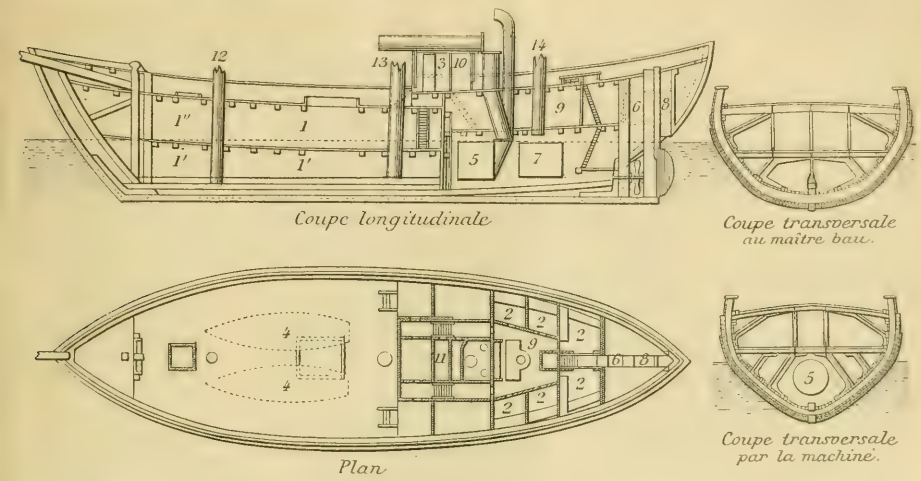


Fig. 1. — *Plan et coupes du Fram.* — 1, magasin de l'entrepont; 1', magasin de la cale; 1", magasin de l'avant; 2, 2, 2, cabines; 3, chambre des cartes; 4, 4, embarcations; 5, chaudière; 6, puits de l'hélice; 7, machines; 8, puits du gouvernail; 9, salon; 10, chambre de veille; 11, cuisine; 12, mât d'artimon; 13, grand mât; 14, mât de misaine.

électrique et surtout pour le chauffage des cabines, le *Fram* devait emporter 16 tonnes de pétrole logées dans des réservoirs métalliques placés dans la cale.

Huit embarcations, dont deux de 9 mètres de longueur, et un canot à pétrole, complétaient l'armement du *Fram*.

Les vivres et les provisions furent choisis avec un soin des plus minutieux pour éviter le scorbut. Le Dr Torup, professeur de Physiologie à l'Université de Christiania, ayant étudié cette maladie, reconnut qu'il fallait l'attribuer surtout à la mauvaise qualité de la nourriture. Par suite de la décomposition naturelle de la viande, il se formait des poisons de la nature des ptomaïnes et dont l'action produisait le scorbut.

L'expérience a prouvé le bien fondé de ces observations. Le choix très rigoureux des aliments et leur soigneux empaquetage a préservé l'équipage entier du *Fram* de toute atteinte de scorbut pendant toute la durée du voyage. Bien mieux, quelques-uns ont engraissé pendant le voyage et Nansen a augmenté de 22 livres.

Une bibliothèque bien garnie et des jeux complétèrent l'installation du *Fram*, qui possédait tous les instruments nécessaires aux observations météorologiques, astronomiques, géodésiques, magnétiques, ainsi qu'à la photographie.

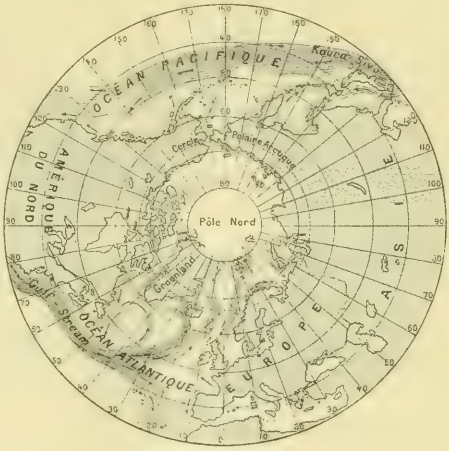


Fig. 2. — *Carte des courants dans la région du Pôle Nord.*

III. — Le personnel.

En ce qui concerne le personnel, Nansen n'eut que l'embarras du choix ; car, dès que le plan de l'expédition fut connu, Nansen reçut des sollicitations de toutes les parties du monde, bien qu'il eût fait connaître, dès le début, son intention arrêtée de ne choisir ses collaborateurs, au nombre de douze, que parmi les Norvégiens seulement. De la sorte, Nansen put faire son choix et recruter un équipage d'élite répondant à tous les besoins de l'expédition. Ce fut un lieutenant de l'armée de terre qui devint à la fois chauffeur et gabier et un capitaine au long cours qui tint l'emploi de maître d'hôtel et de cuisinier.

Tous furent soumis à une rigoureuse visite médicale par le Professeur Hjalmar Heiberg, de Christiania.

Voici quel a été ce personnel désormais célèbre :

1° Le Dr Fridtjof Nansen, chef de l'expédition, né en 1861, explorateur déjà renommé par ses expéditions au Spitzberg et au Groenland;

2° Otto Neumann Sverdrup, commandant du *Fram*, né à Bindal en 1855, ayant navigué depuis l'âge de 17 ans;

3° Sigurd Scott-Hansen, né en 1868 à Christiania, premier lieutenant de la marine, chargé des observations scientifiques;

4° Henrick Greve Blessing, né à Drammen en 1866, médecin et botaniste de l'expédition;

5° Théodore-Claudius Jacobsen, second du *Fram*, né à Tromsœ en 1855, marin depuis l'âge de 15 ans;

6° Anton Amundsen, chef mécanicien du *Fram*, né à Horten en 1853;

7° Adolf Juell, cuisinier de l'expédition, né en 1860 à Skatœ, près Kagerœ, fils d'armateur, a été capitaine au long cours pendant plusieurs années;

8° Lars Pettersen, second mécanicien du *Fram*, né en Suède en 1860 de parents norvégiens, avait servi comme forgeron et ajusteur dans la marine norvégienne;

9° Frederik Hjalmar Johansen, né à Skien en 1867; il accepta l'emploi de chauffeur du *Fram* bien qu'il fût lieutenant dans la réserve, étant sorti de l'Ecole militaire;

10° Peter Leonard Henriksen, né près de Tromœs en 1859, harponneur ayant navigué depuis l'âge de 14 ans;

11° Bernard Nordhal, né à Christiania en 1862, canonnier de la marine norvégienne, puis ingénieur électricien;

12° Ivar Otto Irgens Mogstad, né en 1856, matelot à bord du *Fram*, était depuis 1882 gardien-chef à l'hôpital d'aliénés de Gaustad;

13° Bernt Bentzen, né en 1860, engagé comme matelot à Tromsœ au moment du départ.

La plupart des membres de l'expédition étaient mariés et pères de plusieurs enfants. Nansen contracta des assurances sur la vie, en leur nom, et prit la précaution de demander le divorce pour lui afin que sa femme pût être libre de se remarier si le sort devait lui être funeste, trait bien saillant et très caractéristique de l'esprit généreux du célèbre explorateur.

Sa digne compagne Éva, qui baptisa le *Fram*, confiante dans le génie de son mari, ne le détourna jamais de ses projets ni ne tenta de le décourager dans son entreprise.

Aussi est-ce à elle et à leur fillette Liv que Nansen dédia son livre.

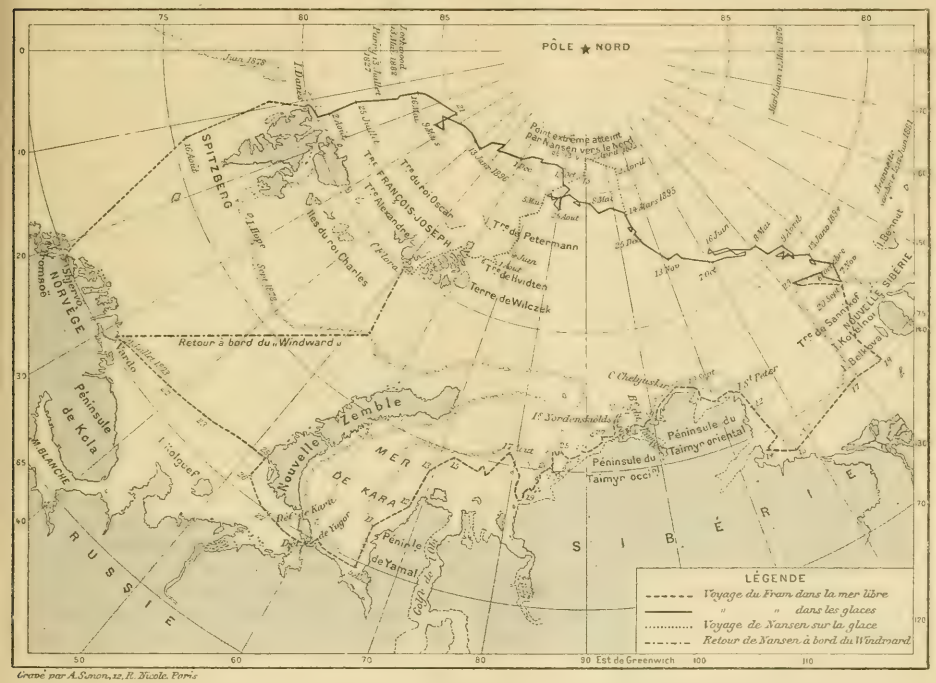
IV. — Le Voyage.

Le Dr Fridtjof Nansen quitta Christiania le 24 juin 1893, et le 12 juillet le *Fram* jeta l'ancre à Tromsœ pour faire du charbon et prendre diverses provisions : chair de renne séchée, chaussures laponnes et finnoises, etc.

Le 21 juillet le *Fram* toucha à Vardœ, où toute l'expédition prit son « dernier bain », puis il cingla vers la Nouvelle-Zemble et la mer de Kara dans lagrages. Nansen donna le nom de Nordenskiöld à un groupe d'îles sur la côte de la presqu'île Taimyr Ouest, puis il atteignit et doubla le cap Tchelioukine le 10 septembre, après avoir constaté des erreurs sur les cartes concernant ces régions les plus septentrionales du vieux monde.

Le Dr Copeland est chargé d'y apporter des corrections d'après les documents fournis par Nansen.

Du cap Tchelioukine le *Fram* se dirigea vers l'embouchure de l'Olenek, où l'on devait embarquer



Gravé par A. Sanon, 12, R. Nicole, Paris

Fig. 3. — *Voyage du Fram et itinéraire du Dr Nansen dans la région polaire.*

quelle il pénétra par le détroit de Yougor le 30 juillet.

Il fit relâche à Khabarova où un ami de Nansen, le baron de Toll, de Saint-Pétersbourg, avait fait préparer une meute de trente-quatre chiens ostiaks, destinés à être attelés aux traîneaux dans la région des banquises.

L'expédition se remit en route le 4 août en suivant, autant que possible, l'itinéraire de Nordenskiöld, et le *Fram* longea toute la côte septentrionale de la Sibérie par une série de crochets et de zigzags, ainsi que le montre la carte (fig. 3), par suite des nombreuses difficultés offertes à la navigation, tantôt par les glaçons flottants et tantôt par les nombreuses îles que l'on rencontre dans ces pa-

une nouvelle meute de chiens; mais, vu les retards éprouvés, on renonça à ce supplément de précautions et le *Fram* se dirigea résolument vers l'Est.

Le 18 septembre l'expédition trouva la mer libre et la route ouverte vers le Nord, à la hauteur de l'île Belkov.

Toutefois deux jours après, à 77° 44′, elle rencontra la banquise s'étendant à perte de vue. Elle fut longée pendant deux jours, mais après avoir gagné encore un degré vers le Nord et ne trouvant plus d'issue, Nansen se décida à s'arrimer à la banquise : ce fut le 22 septembre 1893, date mémorable qui marqua le début de la seconde phase du voyage de Nansen, celle de la dérive naturelle de la banquise. La mer à cet endroit mesurait plus de 400 mètres

de profondeur, car une sonde de 395 mètres n'en trouva pas le fond.

L'hiver commençait à se faire sentir et l'expédition entreprit ses préparatifs d'hivernage dont tous les détails furent minutieusement réglés, la vie se faisant en commun.

Le Journal de Nansen relate consciencieusement toutes les observations et tous les événements. Il n'y a pas de lecture de roman qui soit plus attachante et plus émotionnante, car le Dr Fridtjof Nansen joint à la précision du récit une note poétique toute personnelle et d'un charme si pénétrant qu'elle répand sur cette physionomie énergique une nuance de douceur indéfinissable qui lui vaudra la lecture de bien des personnes étrangères à la science et à la géographie. Nous y renvoyons le lecteur avec la certitude qu'il sera agréablement surpris de constater combien cette lecture est attrayante par le fond et par la forme.

Le 4 et le 5 Janvier 1895 le *Fram* eut à subir de la part de la glace les plus fortes pressions de toute la période d'hivernage. Il était entièrement pris par la banquise et à chaque instant d'énormes glaçons venaient s'amonceler avec fracas contre le navire, menaçant constamment de l'ensevelir ou de le broyer. Alors, — tandis que la pression se faisait sentir avec le plus de violence et que la glace amoncelée sur ses flancs en surplombait les bastingages, — le *Fram*, se dégageant lentement de son étreinte, monta sur la glace. Il n'avait pas une éraflure.

Le 3 Mars, le *Fram* se trouvait par 84° 4′ Nord.

Le 14 mars 1895 la dérive du *Fram* ayant pris une direction prononcée vers l'Ouest, Nansen résolut de quitter son navire pour se diriger à pied et en traîneau plus vers le Nord. Il se trouvait alors par 83° 59′ Nord et 102° 27′ longitude Est. Il partit avec le lieutenant Johansen emportant trois traîneaux, deux kayaks fabriqués par eux-mêmes avec des toiles imperméables et une armature de bambous, vingt-huit chiens et un approvisionnement de vivres pour cent jours pour eux deux et trente jours pour leurs chiens (voir fig. 3).

Ils arrivèrent ainsi jusqu'au 86° 13′ 6″ de latitude Nord le 7 avril. Les vivres commençant à manquer pour leurs chiens, ils furent obligés d'en abattre successivement pour les donner à manger aux survivants. Il ne fallait plus songer à pousser outre, et Nansen et son compagnon se décidèrent à battre en retraite.

Une des plus grandes difficultés qu'ils rencontrèrent fut de franchir de larges crevasses dans la banquise, recouvertes d'une couche mince de glace. Ces crevasses coupaient la glace sur des étendues de plusieurs milles et les deux explorateurs étaient obligés de les longer patiemment avant de rencontrer un passage praticable qui ne fût pas dangereux.

Le 24 juillet ils aperçurent un coin de terre qui semblait proche, mais qu'ils ne purent atteindre qu'après quatorze jours d'une marche pénible parce que la banquise n'était plus égale ni continue. Ils avaient des passages de mer libre qu'ils pouvaient traverser dans leurs kayaks.

Le 12 Août, ils atteignirent trois îles couvertes de neige, qu'ils appelèrent les îles Blanches, par 81° 38′ de latitude Nord et 63° de longitude Ouest. D'après la carte de Payer, ils se croyaient au détroit d'Austria ou sur la côte ouest de la Terre François-Joseph, alors qu'en réalité ils se trouvaient au Sud-Est de cette terre. Nansen et son compagnon songèrent alors à hiverner encore sur cette terre inconnue et édifièrent une hutte de 10 pieds de long et 6 de large construite avec des ossements d'ours et de phoques qu'ils avaient recouverts de terre de mousse et de fourrures. Ils avaient tué dans cette partie de leur voyage une quinzaine d'ours, des morses et des phoques.

Pendant tout l'hiver ils se nourrirent de viande crue d'ours blanc et de graisse de phoque. Au printemps la mer se trouvant libre dans l'Ouest et le Sud-Ouest, ils pensèrent pouvoir faire la traversée jusqu'au Spitzberg.

Le 23 Mai 1896, se trouvant en eau libre de glaces par 81° 5, ils aperçurent une grande terre à l'Ouest. Ils purent naviguer à la voile et à l'aviron et le 18 juin ils eurent l'agréable surprise de rencontrer l'expédition Jackson-Hamsworth, établie à la côte sur la Terre François-Joseph, où les deux hardis explorateurs reçurent la plus cordiale hospitalité. Ils se trouvaient au cap Flora.

Le *Fram*, de son côté, confié à la direction du Commandant Sverdrup, après avoir dérivé encore pendant quelque temps vers le Nord jusqu'au 85° 55′ 5″, latitude qu'il atteignit le 15 Novembre 1895, puis vers le Sud-Ouest, vint sortir de la banquise le 13 Août 1896 au Nord-Ouest du Spitzberg.

Le 20 Août 1896 il était rentré en Norvège, à Skiervo, tandis que le Dr Fridtjof Nansen et le lieutenant Johansen étaient, de leur côté, rapatriés par le *Windward*, vapeur de l'expédition Jackson-Hamsworth, qui les amenait à Vardo le 13 août 1896, presque au moment où l'expédition Andrée tentait de suivre la voie aérienne pour atteindre le même but convoité.

Ainsi venait de s'achever et d'être menée à bien l'une des plus glorieuses entreprises de navigation qui aient jamais été tentées, enrichissant la science géographique d'une conquête de prix et à jamais mémorable.

V. — Les premiers résultats.

Parmi les nombreuses observations rapportées par l'expédition Nansen, il en est quelques-unes qu'il importe de signaler dès à présent parce qu'elles sont capitales.

La première est que les régions polaires ne sont pas couvertes d'une couche épaisse et immobile, d'une calotte rigide de glace, mais bien d'une série de banquises mobiles, sortes de champs de glace mouvants poussés tantôt par un léger courant marin et tantôt par les vents, dont les actions contrariées expliquent tous les zig-zags exécutés par le *Fram*. Ces banquises, d'une épaisseur maxima de 3m,17, flottent sur une mer souvent libre et n'augmentent d'épaisseur qu'aux points de contact et de heurt des diverses banquises, là où les chocs font accumuler et empiler les glaçons en blocs.

Les vents sont plus violents vers le Nord et l'Ouest et plus faibles vers le Sud et l'Est.

Un second point important observé par Nansen est qu'il n'y a pas ou il y a fort peu de terres dans la région asiatique du Pôle ; le courant qui entraînait la glace était, en effet, plus rapide que vers le Sud, ce qui n'aurait pas existé s'il y avait eu des terres, parce que celles-ci auraient arrêté ce mouvement ou l'auraient entravé. Nansen pense, par contre, qu'il doit y avoir des terres d'une grande étendue du côté de l'Amérique, ainsi qu'on a pu déjà le constater jusqu'à présent.

Une mer profonde existe au Nord de la Terre François-Joseph, ce qui limiterait au Nord l'extension probable de ces terres, que l'on pensait jusqu'à ce jour devoir être considérables.

Il y a vingt ans, sir Clément Markham avait énoncé l'idée que les Terres François-Joseph devaient appartenir au groupe d'îles du Spitzberg. Avant son départ Nansen avait également affirmé que les Terres François-Joseph ne convenaient guère comme point de départ d'une expédition polaire par voie de terre, attendu que l'on y rencontrait des îles fort petites et en très grand nombre. La suite l'a bien prouvé.

L'examen microscopique des spécimens de terres arrachées par les sondes du fond de la mer ont prouvé que les caractères organiques sont absolument différents sur les différents points de l'Océan Atlantique Nord.

La vie animale est abondamment développée jusqu'aux plus hautes régions, spécialement pour les Crustacés. Des ours furent tués par 84° de latitude Nord, des renards d'une espèce spéciale et des narvals ainsi que des mouettes de Ross ont été rencontrés jusqu'au 85°.

La température de l'eau a été trouvée relativement chaude, même au nord de la Nouvelle-Sibérie, ce qui témoignait de la présence d'un courant d'eau chaude.

La température de l'eau à la surface était de — 1°,5 à — 1°,6, tandis qu'à 200 mètres elle était de + 0°,5 à + 0°,8. Cette température était à peu près constante à une profondeur de 400 à 500 mètres, puis s'abaissait jusqu'au fond, mais sans être aussi basse qu'à la surface.

La température de l'air n'était pas aussi basse qu'en Sibérie, attendu que la plus froide que l'on ait rencontrée a été — 53°, tandis qu'à Verkhoyansk on a des froids allant jusqu'à — 68°.

Nous ne parlerons pas de tous les phénomènes météorologiques que l'expédition Nansen a pu observer et dont quelques-uns ont été fort remarquables, surtout les aurores boréales; nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage que Nansen a publié sur son voyage.

Nous nous contenterons de tirer cette conclusion : c'est qu'à chaque tentative nouvelle que les hommes de science et d'énergie ont faite pour pénétrer les secrets de la Nature, ils ont rapporté une moisson de faits et d'enseignements qui ont permis aussitôt à d'autres pionniers de partir avec des éléments nouveaux de recherches et de circonscrire de la sorte, de plus en plus, le domaine de l'inconnu.

Nous avons l'intime conviction qu'après les nouvelles tentatives d'explorations aériennes d'Andrée d'une part, de Godard et Surcouf de l'autre, on entrera dans une phase nouvelle de recherches, période pendant laquelle on se servira de méthodes entièrement nouvelles et notamment du concours simultané de la navigation sous-marine et de la navigation aérienne.

G.-L. Pesce,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

REVUE ANNUELLE DE ZOOLOGIE

I. — Zoologie générale.

M. E. Mac Bride a lu tout récemment, devant la *British Association*, un mémoire où il traite de l'importance de la Morphologie en Zoologie. Cette question offre un haut intérêt d'actualité, les études de morphologie étant en ce moment quelque peu délaissées, ou, tout au moins, tenues en très faible estime par certains zoologistes. Ces savants, tenant pour insuffisants les procédés ordinaires de la Morphologie, ont inauguré de nouvelles méthodes qu'ils cherchent à leur substituer ; ces méthodes comprennent surtout l'Embryologie expérimentale, instituée par Roux et ses élèves, la Biomécanique ou ce que les Allemands appellent l'*Entwickelungsmekanick*, l'étude des variations individuelles telle que l'a entreprise Bateson, et enfin la statistique de la variation que Galton exprime par ses courbes.

Mac Bride nie formellement que ces nouvelles méthodes puissent fournir la solution, qu'elles prétendent donner, du grand problème de l'évolution des êtres organisés et il conseille aux zoologistes de revenir à la Morphologie. Il reconnaît toutefois que, dans cette science, il y a des écueils à éviter et ce n'est pas sans raison, dit-il, que l'on a reproché aux morphologistes imprudents de tirer des mêmes faits les conclusions les plus différentes. C'est que les processus de l'évolution sont très complexes : ils ne procèdent pas toujours du simple au complexe, car la marche inverse peut être suivie par la nature et il y a alors rétrogradation et dégénérescence. De plus, des formations identiques peuvent apparaître d'une manière tout à fait indépendante à la suite de phénomènes de convergence. La convergence et la dégénérescence sont les deux facteurs qui peuvent créer aux morphologistes les plus grands dangers et Mac Bride donne aux zoologistes d'excellents conseils pour les éviter.

Le savant naturaliste anglais voudrait rendre à la Morphologie l'importance qu'elle possédait autrefois et que, dans l'esprit de la plupart des zoologistes, elle n'a d'ailleurs pas encore perdue. Son discours vient tout à fait à propos, car, quelques publications françaises ont, dans ces derniers temps, beaucoup exalté les mérites et l'avenir des méthodes nouvelles ; elles affirment volontiers que les zoologistes français sont fort en retard sur leurs confrères étrangers, et que, s'ils veulent suivre le courant général, ils n'ont qu'à s'empresser d'abandonner leurs anciennes méthodes, etc. Or n'est-il pas piquant de trouver, dans une revue étrangère précisément, un plaidoyer en faveur de la Morphologie ?

La vérité est que la Morphologie, l'Embryologie et la spécification d'une part, la Zoologie expérimentale, la Biomécanique et l'étude des variations d'autre part, fournissent chacune au naturaliste d'importants documents et que tous ces procédés peuvent et doivent se compléter mutuellement. Il me semble qu'on pourrait donner, comme exemple d'un travail où l'emploi des méthodes expérimentales, associé à des recherches de Zoologie pure (spécification et géographie zoologique), a produit les meilleurs résultats, le mémoire dont Standfuss vient de donner une deuxième édition et intitulé : *Handbuch für Sammler der europaischen Schmetterlinge*. Cet ouvrage s'adresse à deux catégories de lecteurs trop rarement confondues, les zoologistes curieux de philosophie naturelle et les amateurs. Ce livre est un manuel précis pour la récolte, l'élevage et la détermination des Lépidoptères, mais les questions générales y tiennent une grande place. Je signalerai surtout la partie consacrée à l'hybridation où l'auteur relate ses expériences sur trois espèces de *Saturnia* (*S. pini*, *pavonia* et *pyri*) et au dimorphisme saisonnier. On sait que ce dimorphisme peut être reproduit expérimentalement, chez les espèces qui le possèdent, par l'action du froid ou de la chaleur sur les larves. Au lieu de considérer les espèces isolément, comme l'avaient fait ses prédécesseurs, Standfuss les a étudiées comparativement, surtout dans le groupe des Vanesses, et il a cherché à établir des conclusions sur les affinités et la phylogénie des formes étudiées. Notons d'abord que, pour que le froid ou la chaleur agissent, il faut que les pupes soient âgées de 12 à 24 heures; si elles sont trop jeunes, elles meurent et, trop âgées, elles donnent la forme normale. Les résultats obtenus par Standfuss sont extrêmement intéressants ; je n'en citerai que quelques-uns. La *Vanessa antiopa*, soumise à la chaleur, reproduit une variété connue au Mexique. Par l'action du froid, la *V. Io* donne une série de formes passant à la *V. Urticæ* ; la *V. antiopa* dans les mêmes conditions passe à la *V. polychloros*, etc. Si l'on rapproche ces résultats expérimentaux des données acquises sur la répartition géographique des espèces, on arrive à des conclusions importantes. Pour n'en citer qu'un exemple, les Vanesses de la faune néarctique constituent un ensemble plus archaïque que celles de l'ancien monde et cela pourrait s'expliquer en considérant qu'au moment de la période glaciaire en Amérique, ces papillons n'ont pas rencontré d'obstacles pour chercher

dans des latitudes méridionales le maintien des conditions climatériques auxquelles elles étaient adaptées. En Europe au contraire, contenus par des obstacles géographiques (chaînes de montagnes) dans leur habitat devenu plus froid, ils ont varié sous l'influence de ces nouvelles conditions climatériques. Plusieurs de nos espèces actuelles auraient cette origine.

Appliquant le résultat de ses observations à la synthèse de la notion d'espèce, Standfuss est conduit à établir cette formule peu différente de celle à laquelle des études analogues ont conduit Eimer : « L'espèce est un groupe d'individus qui, par l'influence directe de certains facteurs extérieurs, ont divergé des types voisins au point que, à l'état adulte, il ne peuvent plus par le croisement avec ceux-ci donner des produits indéfiniment féconds. »

Le Pr. Hæckel vient de faire paraître le dernier volume de sa *Systematische Phylogenie* qui a pour objet les Invertébrés ; les deux premiers volumes, datant de 1894 et 1895, traitaient respectivement des Protistes et des Vertébrés. J'ai attendu pour parler de cet ouvrage qu'il fût entièrement terminé. Nous retrouvons dans ce travail les procédés d'exposition que le savant zoologiste a employés dans ses publications antérieures et les arbres généalogiques sont toujours nombreux ; chaque phylum a son point de départ bien déterminé et chacun se développe régulièrement, depuis les formes les plus simples jusqu'aux plus complexes, sans lacunes et sans hésitations. Mais, en dehors des questions de théorie et de doctrine qui prêtent toujours le flanc à la critique, on trouve aussi, dans cet ouvrage, une accumulation de documents et de faits qui dénotent chez l'auteur une érudition des plus vastes. Aussi les zoologistes trouveront-ils, dans la *Systematische Phylogenie*, un tableau exact de l'état de nos connaissances sur les différents groupes du règne animal.

Le volume consacré aux Vertébrés me paraît le plus remarquable de l'ouvrage. Les documents paléontologiques, ontogéniques et morphologiques, sur lesquels on peut asseoir la phylogénie d'un groupe, sont plus nombreux pour les Vertébrés que pour n'importe quel autre groupe. Aussi cette partie de l'œuvre de Hæckel est-elle beaucoup plus solidement établie que les autres, et l'auteur a su profiter avec beaucoup de bonheur des données qu'il avait à sa disposition.

Dans les autres parties, il me semble que le chapitre le plus intéressant est celui des Echinodermes. Ce groupe est bien celui dont les affinités sont les plus obscures et les plus discutées. Pour Hæckel, les Echinodermes les plus inférieurs sont ceux dont les organes génitaux sont simples et s'ouvrent au dehors par un orifice unique. Ce caractère existe chez les Holothuries actuelles, et, en outre, dans des formes fossiles cambriennes et siluriennes qu'on avait jusqu'à maintenant rapportées aux Cystidés : ce sont les *Amphoridés*, qui se distinguent des Cystidés par l'absence complète d'ambulacres. Les plus anciens de ces Amphoridés n'offrent pas encore la structure pentaradiée, mais sont franchement bilatéraux. C'est de ces formes bilatérales que doivent provenir, en passant sans doute par un stade triradié comme on l'observe chez les *Eocystis* et les *Arachnocystis*, les formes pentaradiées, dont la plus ancienne est la *Pentactæa*. La théorie de la *Pentactula*, déjà formulée par Semon, est reprise par Hæckel, qui la complète et la développe avec de nouveaux arguments. J'ai déjà eu l'occasion de résumer ici cette théorie[1].

II. — Zoologie systématique ; Morphologie et Embryologie.

On se rappelle l'intérêt que souleva, il y a quelques années, la découverte de la *Cœloplana* et de la *Ctenoplana* et les hypothèses célèbres que suscitèrent leurs affinités mixtes. Malheureusement, plusieurs points de leur anatomie étaient restés obscurs, car ces deux êtres n'avaient jamais été retrouvés depuis l'époque de leur découverte. A. Willey a été assez heureux pour rencontrer la *Ctenoplana* sur les côtes de la Nouvelle-Guinée et il en a pu étudier quatre exemplaires vivants. Ces animaux nagent à l'aide de leurs huit palettes, qui offrent la disposition habituelle des Cténophores et ne sont nullement atrophiées, comme le croyait Korotneff. Sans entrer dans les détails de l'organisation étudiée par Willey, je mentionnerai seulement que cet auteur a reconnu chez la *Ctenoplana* une structure franchement bilatérale et qu'il a pu fixer nettement les homologies de ses plans tentaculaire et stomacal avec les plans sagittal et transversal des animaux bilatéraux, homologies qu'il était indispensable d'établir avant de tenter toute comparaison.

Willey confirme les affinités de la *Ctenoplana* avec les Cténophores et les Plathelminthes, mais il repousse l'opinion qui voit dans cet être une forme intermédiaire entre les Cténophores et les Planaires : pour lui, loin d'être un Cténophore rampant, la *Ctenoplana* est une forme archaïque, le dernier représentant d'un groupe primitif duquel se seraient séparés, en directions divergentes, les Cténophores et les Vers plats. Cette vue est donc tout l'opposé de l'hypothèse de Lang, suivant lequel les Cténophores auraient donné naissance,

[1] Les idées nouvelles sur les Échinodermes. *Revue gén. des Sciences*, 1891, p. 108.

après une longue série de modifications dont la *Cœloplana* et la *Ctenoplana* nous représentent quelques phases, aux Vers plats dont proviennent ensuite les Annélides.

Les affinités des *Ctenoplana* avec les Cténophores et les Plathelminthes étant de nouveau confirmées par les études de Willey, ne pourrait-on pas renverser cette proposition et admettre que certains Vers plats, en devenant pélagiques, ont acquis la symétrie rayonnée (qui est souvent une conséquence de cette vie), et, passant par le stade *Ctenoplana*, ont été le point de départ des Cténophores (qu'il faut d'ailleurs séparer complètement de Cœlentérés)? Il y aurait donc une série *ascendante* des Planaires aux Cténophores et non pas une série *descendante*, comme l'admet Lang. Cette manière de voir se raccorderait parfaitement aux vues ingénieuses qui ont été développées récemment par Perrier sur la classification et la phylogénie des Vers. Par *Vers*, ce savant entend les Plathelminthes et les Trochozoaires des auteurs, moins les Mollusques et les Lophostomes. Or les différents types de Vers se montrent unis par des transitions très naturelles. « La continuité de l'embranchement, dit Perrier, apparaît nettement si au lieu de chercher à ranger les Vers en une série exclusivement ascendante, on admet qu'ils forment d'abord une série ascendante suivie d'une série descendante, les deux séries étant reliées l'une à l'autre par les formes parasites qui ont déterminé le changement de direction de la courbe, en donnant naissance, après avoir été dégradés par un demi-parasitisme, à deux séries de formes, les unes totalement parasites, les autres libres, mais d'un aspect tout différent de celui des Vers de la série ascendante. » Les Plathelminthes proviendraient donc des Vers annelés, plus anciens qu'eux, et les preuves de cette descendance sont nombreuses. D'abord il existe des formes de passage entre ces deux groupes : les *Dinophilus* et les *Myzostoma* par exemple. De plus, on trouve dans un grand nombre de Vers plats des restes indiscutables de structures caractéristiques des Annélides et, notamment, de la métamérisation : répétition des testicules dans le corps des *Dactylocotyle*, présence d'appendices pairs à l'extrémité du corps des *Gyrodactylus* et des Octobothridés, annulation des téguments des *Udonella* et des *Diplozoon*, etc. Enfin faut-il rappeler l'existence de Planaires franchement segmentées, telles que les *Gunda*? Tous ces faits isolés et sans lien apparent s'enchaînent et s'éclairent d'un jour nouveau dans l'hypothèse séduisante soutenue par Perrier.

Certes, toutes les difficultés ne sont pas résolues et bien des obscurités subsistent encore. Ainsi les Némertes sont réunies par Perrier aux Plathelminthes, mais sans que leurs affinités soient nettement établies. Il est certain que ce groupe est fort embarrassant, quoi qu'il soit très bien connu maintenant; Bürger vient d'en publier une monographie remarquable et il paraît avoir épuisé le sujet, sans résoudre le problème de la parenté de ces animaux. Ce travail est trop considérable pour que je puisse le résumer ici; je me bornerai à signaler quelques chapitres. L'un des plus intéressants se rapporte à l'étude du système excréteur dont l'existence a été reconnue par Bürger dans presque toutes les Nemertes. Cet appareil comprend toujours deux troncs parallèles aux vaisseaux latéraux et s'ouvrant au dehors, mais ne s'ouvrant jamais dans l'intérieur du corps, ni dans le cœlome, ni dans les vaisseaux. Des ramifications, souvent élargies à l'extrémité, peuvent même s'enfoncer dans les vaisseaux latéraux, mais sans jamais s'y ouvrir; fait des plus intéressants, ces élargissements renferment parfois une belle flamme vibratile. Bürger a aussi insisté sur l'importance que présentait l'étude des couches musculaires, tantôt au nombre de deux, tantôt au nombre de trois et des relations des troncs nerveux avec ces couches. Il a même utilisé ces relations pour établir une classification des Némertes en quatre classes (Protonémertiens, Mésonémertiens, Métanémertiens et Hétéronémertiens) plus rationnelle que la classification suivie jusqu'à maintenant.

D'intéressantes observations ont été faites sur les Annélides par Racovitza et par Caullery et Mesnil. Il a déjà été question, dans la *Revue*, des recherches du premier auteur sur le lobe céphalique des Polychètes et je renverrai le lecteur à l'excellente analyse que M. Cuénot vient d'en publier[1]. Les études de Caullery et Mesnil se rapportent à un phénomène de la reproduction. On sait que, chez certaines Annélides, il se produit au moment de la reproduction une véritable métamorphose : l'Annélide prend une forme dite *épitoque*, bien différente de celle qu'elle offre en temps ordinaire : c'est ainsi que les *Nereis* deviennent des *Heteronereis*. Cette transformation n'était guère connue que chez les Lycoridiens et les Syllidiens. Or, Caullery et Mesnil viennent de la rencontrer dans une famille d'Annélides sédentaires, les Cirratuliens, chez les *Dodecacirria concharum* et *Heterocirrus flavoviridis*. La forme épitoque n'est donc pas particulière aux Annélides errantes et il est très probable que des recherches ultérieures nous apprendront qu'elle est très répandue chez les Polychètes.

En étudiant l'anatomie des Spirorbes, les mêmes auteurs ont constaté que ces Annélides étaient complètement asymétriques et que l'asymétrie portait, non seulement sur la forme extérieure,

[1] *Revue gén. des Sciences*, 1897, p. 108.

mais encore sur la disposition des organes internes. Le sens de l'enroulement est même constant pour chaque espèce, et, comme chez les Gastéropodes, il y a des espèces *dextres* et des espèces *sénestres*. On ne peut s'empêcher de rapprocher l'asymétrie découverte par Caullery et Mesnil chez les Spirorbes de celle des Mollusques Gastéropodes et il y a là un curieux phénomène de convergence.

On sait que les *Monstrillides* sont des Copépodes qui, à l'état adulte, habitent la haute mer et présentent cette anomalie remarquable que le tube digestif et plusieurs paires d'appendices font défaut. On ne pouvait s'expliquer cette particularité, dans l'ignorance où l'on se trouvait du mode de développement de ces animaux. Giard a découvert dernièrement qu'une espèce de Monstrillide vivait, pendant son jeune âge, en parasite dans l'intérieur d'une Annélide, le *Polydora Giardi*, et, plus récemment encore, Malaquin a reconnu que deux autres espèces passaient les premières phases de leur vie dans l'intérieur même des vaisseaux des *Filigrana* et des *Salmacina*.

Pendant cette existence parasitaire, le Crustacé offre, à la place des deuxième et troisième paires d'appendices, deux paires de prolongements longs et inarticulés, qui plongent dans le liquide cavitaire ou dans le sang de son hôte et à l'aide desquels il se nourrit par osmose. Il est toujours orienté d'une façon très constante : dans le même sens que l'hôte chez le *Polydora* et en sens inverse chez les Serpuliens. Malaquin a observé que le parasite provoquait chez cet hôte la suppression complète des organes génitaux dont il occupe presque toujours la place. Sa sortie s'effectue par rupture des parois de l'Annélide. Le parasite sort à reculons, les pattes thoraciques et l'abdomen repliés sous la face ventrale; quant aux appendices absorbants, ils restent dans le corps de l'Annélide. Le même auteur a pu observer la pénétration de l'embryon dans l'Annélide au travers des téguments. Cette pénétration se fait au stade blastula et il est fort probable que les embryons sont déposés directement par la femelle sur les téguments de l'hôte.

Ce qu'il y a de plus remarquable dans l'histoire des Monstrillidés, c'est que la vie parasitaire commence de fort bonne heure et que les modifications occasionnées par le parasitisme apparaissent surtout pendant les premières phases de l'évolution, à l'inverse de ce qui a lieu chez les autres parasites. Ce sont, en effet, les appendices du Nauplius qui se transforment, tandis que les appendices et organes divers acquis pendant l'évolution parasitaire, se développent d'une façon normale.

A partir d'un stade très précoce et malgré le parasitisme, le Crustacé offre un développement constamment progressif : ainsi, bien que vivant dans un milieu complètement obscur, il acquiert trois yeux très perfectionnés. La vie parasitaire n'a d'autre résultat que l'atrophie de l'intestin.

Cette évolution ascendante, si différente de la dégénérescence qu'offrent les autres Crustacés parasites, peut être comparée au développement intra-utérin du fœtus des Mammifères (qui est aussi un parasite de sa mère), car les appendices absorbants du Crustacé fonctionnent comme un véritable placenta. D'intéressantes considérations sont développées par Giard sur ce parasitisme placentaire.

L. Roule continue ses recherches sur le développement embryonnaire des Crustacés. Il a publié deux nouvelles études, l'une sur la formation des feuillets chez l'*Asellus*, l'autre sur le développement complet du *Palemon*. L'embryologie de l'*Asellus* offre certaines particularités : d'abord la segmentation ne suit pas le même mode pendant toute sa durée ; elle est d'abord totale et devient ensuite partielle. En outre, l'œuf donne naissance au corps, non pas en s'étirant pour se reployer ensuite, mais bien en se fendant dans sa région dorsale et en rabattant de part et d'autre les deux moitiés ainsi produites. C'est là un curieux exemple d'un déplacement embryonnaire introduit dans une embryogénie condensée.

L'auteur se sert de cette particularité pour expliquer l'un des premiers phénomènes évolutifs des *Crustacés*. D'après lui, ces animaux, du moins ceux qu'il a étudiés, ne présentent point de gastrula, et les dépressions considérées par les auteurs comme des invaginations gastrulaires ont une tout autre signification. Les unes correspondent à des formations précoces de l'intestin antérieur et les autres à des fentes semblables à celles de l'*Asellus*. Ce dernier cas est celui du *Palemon*, et c'est à cause de la formation hâtive de cette fente que plusieurs zoologistes, l'ayant trouvée sur des types voisins, avaient cru à une invagination gastrulaire devant donner l'endoderme. En réalité, ce dernier feuillet naît dans l'intérieur de l'œuf.

Ces observations de Roule et l'interprétation qu'il donne de cette prétendue gastrula des Décapodes, ont une grande importance. Cela ne semblait-il pas, en effet, extraordinaire de rencontrer une gastrula par invagination dans des œufs volumineux, chargés de vitellus nutritif, à développement condensé, tels que ceux de l'Ecrevisse et de la plupart des Décapodes? Quant aux œufs de petite taille, pauvres en vitellus nutritif, tels que ceux des Isopodes parasites et de certains Crustacés supérieurs, ils n'offrent pas non plus de gastrula invaginante; cette différence est du même ordre que celle que l'on observe entre les œufs

volumineux des Monotrèmes et ceux, très petits, des Mammifères placentaires.

Dans ces derniers temps, Chun s'est beaucoup occupé des Crustacés Schizopodes, soit au point de vue de l'évolution du groupe et des caractères anatomiques, soit au point de vue de la répartition bathymétrique. Les deux familles les plus importantes, les Euphausidés et les Mysidés, renferment une série de formes qui passent graduellement des plus simples aux plus complexes. Ainsi, chez les premières, on s'élève graduellement des *Thysanopoda* aux *Euphausia* et *Nematoscelis* pour arriver aux *Stylocheiron*. Chez les Mysidés, on trouve une série analogue en parcourant successivement les genres *Siriella*, *Cæsaromysis* et *Arachnomysis*. Or, il est très curieux d'observer que, dans les deux familles, les formes simples sont superficielles, tandis que les plus compliquées sont localisées dans les profondeurs.

Parmi les dispositions anatomiques observées par Chun chez les Schizopodes pélagiques des grandes profondeurs, l'une des plus extraordinaires est la division de l'œil, ordinairement très gros, en deux régions distinctes, l'une frontale et l'autre latérale. La séparation peut s'effectuer à des degrés variables, qui correspondent à la complexité des animaux. Parmi les Euphausidés, elle atteint son maximum chez les *Stylocheiron;* parmi les Mysidés, la division est très nette chez les *Benthomysis ;* chez les *Cæsaromysis*, l'œil latéral subit un commencement d'atrophie et chez les *Arachnomysis* la région frontale seule persiste. Il ne s'agit pas ici d'une simple séparation de l'œil en deux régions : l'étude histologique montre que l'œil frontal se distingue par l'allongement et l'élargissement des yeux élémentaires, dont les facettes sont plus larges et plus bombées.

Chun a pensé que cette structure n'était pas spéciale aux Schizopodes et qu'elle se retrouverait chez d'autres Crustacés pélagiques profonds. Il a en effet observé une disposition analogue chez les *Sergestes*, les Hyperidés et les Daphnidés pélagiques et il s'est assuré qu'au contraire, elle faisait défaut chez tous les Crustacés vivant au fond de la mer. Aussi la considère-t-il comme un trait de structure caractéristique des Crustacés pélagiques profonds.

Quelle est l'utilité de cette disposition ? L'œil frontal donne une image, à la vérité peu nette, mais plus lumineuse, tandis que l'œil latéral, avec ses facettes plus petites et plus nombreuses, donne une image plus détaillée. La séparation de l'œil en deux régions est donc très favorable, dit Chun, aux Crustacés pélagiques profonds qui sont carnassiers et se nourrissent de proies petites, à la poursuite desquelles ils doivent se livrer, tandis qu'un appareil visuel perfectionné serait inutile aux animaux de fond qui se nourrissent de proies volumineuses et d'une capture plus facile.

Mme M. von Linden a cherché à déterminer les lois qui régissent l'ornementation et la coloration des coquilles des Gastéropodes marins. En ce qui concerne l'ornementation, l'ontogénie fournit un tableau fidèle de la phylogénie. Ce sont d'abord les stries d'accroissement qui s'épaississent pour former des rides transversales, puis apparaissent des rangées de tubercules, d'abord transversales, et plus tard longitudinales. La disposition *transversale* de l'ornementation précède donc la disposition *longitudinale*. L'inverse arrive pour les couleurs : les lignes longitudinales de coloration précèdent toujours les lignes transversales.

L'ornementation et la coloration ne peuvent être d'aucune utilité pour l'animal ; par conséquent, leur origine ne peut être attribuée à la sélection naturelle. L'auteur admet que ce sont uniquement les circonstances extérieures qui ont déterminé ces modifications, lesquelles se transmettent ensuite héréditairement.

L'influence de la lumière sur la coloration de la coquille est indiquée assez succinctement par Mme M. von Linden, mais l'importance de ce facteur a été surtout mise en relief par Simroth, qui a utilisé, pour cette étude, les matériaux de l'expédition du *Plankton*. Chez les coquilles pélagiques on observe deux sortes de couleurs : le jaune-brun, clair ou foncé et le violet tirant sur le pourpre ; les autres couleurs sont exclues. Il est à remarquer que la coloration jaune-brun est la coloration primitive, et que le violet n'apparaît que secondairement, par suite d'une transformation de la première sous l'influence de la lumière solaire. Cette transformation est identique à celle que subit la sécrétion jaunâtre des *Purpura*, qui ne devient violette que sous l'influence de l'éclairement.

Aussi les coquilles des Mollusques pélagiques qui sont soumises à un éclairement intense sont-elles toujours violettes. On trouve même parfois, dans l'épaisseur des couches ou vers la pointe de coquilles adultes, des restes, colorés en violet, de la coquille larvaire ; on en conclura que ces coquilles appartiennent à des espèces dont les larves sont pélagiques. Ce fait a été reconnu par Simroth chez plusieurs représentants des genres *Conus*, *Nassa*, *Strombus*, etc. ; il est donc possible d'en tirer un renseignement intéressant sur la manière dont vivent, pendant le jeune âge, certaines espèces dont la forme larvaire est inconnue.

La découverte récente, faite par Beard, d'un appareil nerveux transitoire chez l'embryon de Raie, a conduit cet auteur à une conception très remarquable de l'embryogénie des Vertébrés et qui

est de nature à modifier complètement nos idées sur ce sujet. Voici le résumé des faits : Les embryons de Raie ayant 45 millimètres de longueur offrent, au-dessus de l'axe neural, dans la région moyenne du corps, une série ininterrompue de grosses cellules nerveuses qui sont reliées à d'autres cellules disséminées entre les myotomes, sous l'ectoderme, etc. ; ces cellules donnent naissance à des nerfs. Ce système nerveux apparaît dans des embryons dont la longueur n'excède pas 9 millimètres ; quand la longueur atteint 70 millimètres, il commence à dégénérer, puis il disparaît complètement sans laisser de traces et sans avoir rien de commun avec le système nerveux définitif. Des recherches faites par Beard établissent que ce système nerveux transitoire existe chez plusieurs autres Poissons et chez le Triton.

Dans un travail ultérieur, Beard a montré que la disparition par dégénérescence de ce système correspondait à toute une série de modifications faciles à constater chez les Ichthyopsidés : c'est à ce stade, en particulier, que le sac vitellin commence à être résorbé par les cellules endodermiques. Beard donne à ce stade le nom de *stade critique* et il affirme que chez tous les Vertébrés il existe un *stade critique* analogue, indiqué par une modification profonde de la nutrition de l'embryon et par l'acquisition de ses caractères propres. Chez les Mammifères placentaires, ce stade est marqué par la disparition du trophoblaste et par l'apparition du placenta allantoïdien.

Quelle signification peut-on attribuer à de tels faits ? Pour Beard il n'y en a qu'une. L'embryologie d'un animal, d'un Vertébré, ne représente pas la succession des formes prises par *un même* organisme, avec le caractère d'une répétition phylogénétique qu'on lui attribue généralement ; c'est l'histoire de la *substitution* d'un organisme *à un autre* organisme, et le système nerveux transitoire appartient au premier organisme. L'embryologie des Vertébrés offre une véritable alternance de générations et une forme sexuée succède à une forme asexuée.

Dans une note très intéressante, Houssay vient de reprendre cette question à un point de vue plus général. Il adopte l'idée de Beard d'une substitution d'organismes, mais sans relever de contradiction entre cette conception et la loi de répétition ontogénétique ; seulement il donne à cette substitution une signification différente. Ce n'est pas une alternance de génération, c'est une métamorphose (Houssay préférerait employer le terme de *métabolie*) caractérisée par une dégénérescence suivie d'une réparation. Cette métabolie ne s'observe pas seulement dans le système nerveux transitoire de Beard ; on l'observe aussi dans l'évolution des appareils respiratoire et circulatoire et surtout dans celle du système excréteur (substitution du mésonéphros au pronéphros). Mais ce n'est pas tout. L'embryogénie des Vertébrés offre encore d'autres exemples de phénomènes métaboliques : ce sont, par exemple, les phénomènes de régression de la larve en blastoderme par suite de son immobilité sur le vitellus (dont elle n'est en somme qu'un parasite, suivant la comparaison suggestive de Giard), avec réduction de l'archentéron devenu inutile. Cette régression nous explique les difficultés à retrouver la gastrula dans les œufs méroblastiques.

L'exactitude de la loi de répartition ontogénétique n'est donc pas atteinte par la notion des développements successifs ; seulement, comme le dit Houssay, cette loi peut être *troublée* par les phénomènes métaboliques qui ont été *intercalés après coup*, dans une série formelle faite en dehors d'eux. Cette idée de métabolie venant arrêter le cours de l'évolution par feuillets, venant compliquer celle-ci et pour ainsi dire l'encombrer, peut être très féconde, mais il faut arriver à déterminer ce qui dans l'ontogénie leur appartient et ne leur appartient pas. Les conceptions de Beard et de Houssay sont à peine ébauchées, mais on voit qu'elles ouvrent de vastes horizons.

III. — Faunes. Géographie zoologique.

J. Murray a réuni, dans deux volumes qui terminent la magnifique publication des *Reports* du « Challenger », tous les documents généraux acquis à la science. Parmi les faits sur lesquels il insiste, je signalerai particulièrement ceux qui sont relatifs à la distribution bathymétrique des animaux. On a constaté dans les dragages que le nombre des espèces et des individus diminuait au fur et à mesure que la profondeur augmentait. Tandis qu'au-dessus de 1.000 et surtout de 500 brasses le nombre des individus capturés est parfois énorme, il est rare de trouver au delà de 2.000 brasses plus de quatre ou cinq représentants de la même espèce. Les profondeurs de 100 brasses ont fourni un total de 4.400 espèces, et ce chiffre s'est successivement abaissé à 2.050, 710 et 500 pour des profondeurs respectives de 500, 1.000 et 2.000 brasses ; au delà de 2.500 brasses, il n'a été capturé que 235 espèces en tout.

D'une manière générale, la faune est d'autant plus riche qu'on se trouve plus près des côtes, et cette assertion reste vraie pour les animaux abyssaux. A une petite distance de la côte, la faune est beaucoup plus riche, pour une profondeur de 1.000 à 2.000 brasses, que très loin au large, à la même profondeur. Ce fait fournit un nouvel argument à l'opinion, d'ailleurs généralement admise,

que la faune abyssale provient de l'émigration de la faune littorale dans les profondeurs.

La similitude des faunes arctique et antarctique, qui avait déjà frappé les anciens observateurs, a été confirmée par les découvertes du « Challenger ». En faisant le relevé des espèces observées dans les mers arctiques et antarctiques, Murray en trouve un assez grand nombre qui sont communes aux deux régions et qui manquent dans la zone intermédiaire. Il considère que ces espèces arctiques et antarctiques ont une origine commune et il admet qu'au commencement de l'époque tertiaire, certaines espèces s'étant habituées à l'abaissement de température qui s'est fait sentir vers les pôles, se sont perpétuées dans ces régions polaires ou ont été le point de départ de formes nouvelles, qui, se développant dans les mêmes conditions de part et d'autre, offrent naturellement plus d'affinités entre elles qu'avec les formes tropicales intermédiaires. Ces espèces affines sont des formes de *reliquat*.

Tel n'est point l'avis d'Ortmann. Il y a évidemment, dit ce naturaliste, des espèces arctiques et antarctiques qui ont une origine commune, mais la ressemblance de ces faunes ne doit pas être mise exclusivement sur le compte d'une identité originelle; dans beaucoup de cas, elle est secondaire et tient à une émigration d'un pôle à l'autre. Comment cette émigration s'est-elle faite? En très grande partie par les profondeurs où les conditions d'existence restent identiques dans toute l'étendue des Océans d'un pôle à l'autre. Il est inexact d'affirmer que les espèces communes aux deux régions polaires soient inconnues dans les districts intermédiaires. L'assertion peut être vraie pour les zones littorales (et encore pouvons-nous nous flatter de tout connaître?) mais elle est fausse en ce qui concerne la faune des profondeurs. Pour mettre en évidence les relations qu'ont entre elles les formes polaires, Ortmann choisit, parmi les Décapodes, quelques genres polaires, les genres *Crangon*, *Lithodes*, *Pandalus* et *Pontophilus*. Il observe que ces deux derniers genres, à peu près inconnus sous les tropiques dans les zones littorales, y existent au contraire dans les profondeurs et que les deux autres genres ont quelques représentants littoraux dans les régions moyennes du globe. Ortmann est persuadé qu'une enquête analogue, faite pour d'autres groupes, donnerait des résultats identiques. Il y a donc, parmi les espèces communes aux deux régions polaires, un certain nombre de formes au moins, qui proviennent d'une immigration, soit par les profondeurs, soit le long des côtes africaines ou américaines. On peut faire remarquer, en faveur de la thèse soutenue par Ortmann, que Bouvier, en étudiant d'une manière tout à fait indépendante la répartition géographique des Lithodinés, est arrivé aux mêmes résultats.

Sous le nom d'*Oceanic Ichthyology*, Good et Bean viennent de publier un mémoire considérable, véritable monument ichthyologique. Les auteurs étudient et mentionnent toutes les espèces de haute mer et de profondeur connues jusqu'à ce jour dans les Océans ouverts, et ils décrivent en particulier les poissons découverts par le "Blake", l'"Albatross" et le "Fish Hawk", en figurant près de 500 espèces. Les conclusions générales qui se dégagent d'un pareil travail sont réservées pour un nouveau volume dont j'espère avoir l'occasion de parler.

Un autre travail important d'Ichthyologie a été publié par Collett et comprend l'étude de poissons recueillis par l'"Hirondelle". Il forme le fascicule X de la belle publication éditée par S. A. le prince de Monaco.

Le fascicule IX de cette publication renfermait l'étude des Céphalopodes de l'"Hirondelle" par Joubin, et il a été suivi de différents mémoires du même auteur sur les Céphalopodes de la "Princesse Alice". La forme la plus remarquable mentionnée par ce savant est le *Lepidotheutis Grimaldii*, dont deux débris ont été trouvés dans l'estomac d'un cachalot et dont la longueur totale doit dépasser 2 mètres. Le sac viscéral est recouvert de grosses écailles imbriquées et saillantes, formant une sorte de cuirasse qui rappelle l'aspect de certains Ganoïdes. Les caractères de ce *Lepidotheutis* diffèrent tellement de tout ce qui est connu chez les Céphalopodes qu'il est impossible de le ranger dans une famille déjà établie et qu'il constitue le type d'un groupe absolument nouveau.

La nouvelle campagne de la "Princesse Alice" en 1896 a été marquée par la découverte, dans les parages des Açores, d'un banc sous-marin de 200 mètres de profondeur moyenne, dont la faune offre des caractères particuliers. Cette campagne offre un intérêt spécial, par suite de l'emploi d'engins qui n'avaient pas encore été utilisés dans les grandes profondeurs : le tramail et les hameçons.

Les autres expéditions sous-marines ont donné lieu à d'importantes publications. Les Foraminifères de "l'Albatross" ont été étudiés par Goes, les Comatules par Hartlaub et les Mollusques par Dall. Le mémoire de cet auteur emprunte un intérêt particulier à l'étude anatomique de certains Lamellibranches inférieurs (*Eucyroa*, *Callocardia*), dont la branchie est intermédiaire entre le type foliobranche et le type réticulé.

Les dragages de "l'Investigator" dans l'Océan Indien ont fourni matière à de nombreuses publications. Les Poissons ont été étudiés par Alcock, les Echinodermes par Alcock et Anderson, les Décapodes par Alcock et Wood-Mason, et les espèces nouvelles ont été figurées dans les *Illustrations of*

" *Investigator* ". Enfin les Eponges ont été étudiées par F.-E. Schulze, les Édriophthalmes par Giles, et les Mollusques par Smith; ce dernier auteur a insisté sur le caractère cosmopolite de la faune malacologique abyssale.

Plusieurs fascicules nouveaux sont venus s'ajouter aux *Ergebnisse* de l'Expédition du *Plankton*. J'ai déjà parlé des recherches de Simroth sur les Gastéropodes; les Polyclades de l'expédition ont été étudiées par Plehm, les Appendiculaires par Lohmann, les Pyrosomes par Seeliger et les Lamellibranches par Simroth. Ce dernier cite le cas très intéressant d'un Lamellibranche qui reste pélagique à l'état adulte : c'est le premier exemple connu. Le *Planktonia Henseni* est un Lamellibranche desmodonte et équivalve, dont le corps ne dépasse pas $0^{mm},75$ de longueur. Il se maintient en suspension dans l'eau grâce à la légèreté spécifique de sa coquille, toute en conchioline, et à des gouttelettes huileuses logées dans l'épaisseur du manteau.

Une étude du *Plankton* dans la mer de Baffin et le détroit de Davis a permis à C.-W. Aurivillius de comparer sa composition dans les régions américaines et européennes de l'Océan Arctique.

Le *Plankton* d'eau douce a été l'objet de plusieurs publications, entre autres d'Apstein et de Zacharias en Europe et de H.-B. Ward qui a entrepris une série de recherches dans les lacs d'Amérique. Ces travaux renferment de nombreux documents, mais il ne semble pas qu'on puisse, pour le moment, en dégager des conclusions générales.

Les observations de Barrois sur la faune des eaux douces des Açores lui ont permis de formuler des conclusions précises sur l'origine de cette faune. Ces eaux ne renferment qu'un très petit nombre de types qui leur soient propres; leur faune offre un cachet européen tout à fait frappant et les formes américaines sont totalement exclues. Pour expliquer ces faits, il faut admettre, ou que les Açores ont été autrefois rattachées au continent, ou bien qu'elles ont toujours été isolées et que leurs eaux se sont peuplées grâce à différents modes de dissémination. La première hypothèse, qui renouvelle l'idée d'une Atlantide disparue, est insoutenable. Barrois se range à la deuxième manière de voir, déjà soutenue par de Guerne; il montre que les courants aériens ont été les agents d'importation prédominants (les vents les plus fréquents aux Açores sont ceux du nord-est qui soufflent d'Europe) et que l'homme a été lui-même un agent inconscient d'importation. Cette explication concorde parfaitement avec la remarque, déjà faite par de Guerne, que beaucoup d'espèces sont localisées dans des localités uniques et que les espèces les plus communes en Europe sont aussi les plus vulgaires aux Açores.

Lorsqu'il s'agit de terres séparées par de grandes distances, la similitude des faunes terrestres ou d'eau douce ne peut s'expliquer que par d'anciennes communications entre ces terres. Sous ce rapport, les études de géographie zoologique fournissent parfois d'importants documents. Tel le travail de Milne-Edwards sur les ressemblances qui existent entre la faune des îles Mascareignes et celle de certaines îles de l'Océan Pacifique austral. Des débris d'Oiseaux, incapables de voler et appartenant aux mêmes espèces, ont été trouvés à Madagascar, aux Mascareignes, à l'île Rodriguez, aux îles Chatam et à la Nouvelle-Zélande. On est donc en droit de supposer que toutes ces îles se rattachaient autrefois à un vaste continent, dont la plus grande partie s'est engloutie dans l'Océan. Les modifications que le génie de l'homme crée à la surface du globe peuvent aussi ouvrir des voies à l'émigration des animaux et favoriser le mélange des faunes. C'est ainsi que le percement de l'isthme de Suez a permis l'introduction en Méditerranée d'animaux de la mer Rouge. Les zoologistes allemands ont profité de la création du canal de la Baltique, qui réunit le cours inférieur de l'Elbe au golfe de Kiel, pour étudier le passage des espèces d'une mer à l'autre. Ce canal a une longueur d'une centaine de kilomètres. L'eau de mer atteint dans le golfe de Kiel une salure de 17 0/0, tandis que l'eau du cours inférieur de l'Elbe a une salure de 5 0/0. Malgré les dispositions prises pour faciliter l'écoulement de l'eau de mer de l'est vers l'ouest, Brandt a observé qu'en novembre 1895, six mois après l'ouverture du canal, la salure de l'eau était de 13 0/0 à l'entrée orientale du canal, de 8 0/0 vers le milieu et tombait à 4,8 0/0 à l'autre extrémité. Il put en même temps constater que cinq espèces marines s'étaient déjà établies sur toute la longueur du canal; c'étaient : *Balanus improvisus*, *Polydora ciliata*, *Membraniporo pilosa*, *Gammarus locusta* et *Mysis vulgaris*, dont les trois premières proviennent certainement du golfe de Kiel. Ce fait montre avec quelle rapidité certaines espèces peuvent traverser une grande étendue d'eau.

A la même époque, d'autres espèces, provenant également du golfe de Kiel, avaient pénétré dans la partie orientale du canal, mais sans le traverser en entier; c'étaient : *Mytilus edulis*, *Mya arenaria*, *Cardium edule*, *Idothea tricuspidata*, *Gonothyrea Loveni* et *Polynoe cirrata*. L'émigration était donc assez active de l'est à l'ouest; au contraire, les espèces qui émigraient en sens inverse étaient fort rares, et, au moment des recherches de Brandt, trois espèces seulement venant de l'Elbe, commençaient à pénétrer dans la région occidentale du canal.

R. Kœhler,
Professeur de Zoologie à l'Université de Lyon

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Appell (Paul), *Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris* et **Lacour** (E.), *Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Nancy.* — **Principes de la Théorie des Fonctions elliptiques et Applications.** — 1 *vol. in*-8° *de* 421 *pages.* (*Prix :* 12 *fr.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1897.

Ainsi qu'Halphen le prédisait, il y a une dizaine d'années, dans la préface de son grand Traité, la théorie des fonctions elliptiques, après être restée longtemps un domaine réservé aux seuls mathématiciens, commence à être considérée comme faisant partie de l'ensemble des notions que doivent nécessairement acquérir ceux mêmes qui n'envisagent les Mathématiques que pour leurs applications.

Les fonctions elliptiques n'offrent d'ailleurs pas pour ceux-ci le seul intérêt résultant de leur utilité propre — pourtant point négligeable — dans nombre d'applications variées.

Si, pendant un si long temps, les Mathématiques ont, en quelque sorte, évolué dans le même cercle, cela a tenu à ce que, limitée aux seules formes que l'Algèbre et la Trigonométrie élémentaires avaient introduites dans l'usage courant, l'idée primordiale de *fonction* n'a pas tout d'abord pris la pleine extension dont elle est susceptible. Il a fallu les profondes recherches des géomètres modernes, dont le point de départ se rencontre dans les immortelles découvertes de Cauchy et de Riemann, pour agrandir cette notion, pour la dégager des entraves qui lui étaient imposées par un mode imparfait de représentation analytique, pour mettre en pleine lumière les propriétés essentielles qui s'y rattachent.

La nature intime d'une fonction est caractérisée par ce qu'on appelle ses *singularités*. C'est l'espèce et c'est la distribution de ces singularités qui fournissent la base d'une classification normale, on peut même dire naturelle des fonctions. A un type de fonction défini par des singularités données on peut faire correspondre un mode de représentation analytique ramenant, à un degré d'approximation voulu, le calcul des valeurs prises par une telle fonction dans un certain domaine, à des opérations portant sur les fonctions élémentaires depuis longtemps connues.

Nul ne saurait, dans l'avenir, se flatter de faire progresser les applications des sciences mathématiques s'il ne procède pas de ce point de départ.

Or, l'exemple le plus simple, après les fonctions purement élémentaires, de fonctions définies par la nature et la distribution de leurs singularités, est précisément fourni par les fonctions elliptiques. Leur étude, outre son intérêt intrinsèque, offre donc l'inappréciable avantage d'ouvrir à l'esprit de larges horizons en synthétisant, d'une part, une foule de notions acquises peu à peu dans les éléments et qui gagnent en netteté en venant se grouper autour de quelques idées maîtresses, en déchirant, d'autre part, les voiles qui cachent à un esprit uniquement confiné dans les anciennes théories les voies dans lesquelles se développent les Mathématiques modernes.

Une des raisons qui ont longtemps fait obstacle à la pleine diffusion de la Théorie des fonctions elliptiques tient, sans doute, à la diversité non moins qu'à la multiplicité des notations qui y ont été introduites. Outre, en effet, que les désignations de fonctions particulières ont été proposées, dans ce domaine, bien au delà des stricts besoins, les mêmes fonctions se sont trouvées correspondre, sous la plume de divers auteurs, à des signes tout différents.

Il est facile, après les observations d'ordre général qui précèdent, de faire ressortir le caractère du livre que MM. Appell et Lacour offrent aujourd'hui au public. D'une part, en effet, tout en restant aussi élémentaires qu'il est possible en ces matières, c'est par la définition des singularités, jointe à la propriété de la double périodicité, qu'ils introduisent la notion des fonctions elliptiques, ce qui est assurément la même chose factice; de l'autre, non contents de s'interdire l'adoption de toute notation nouvelle, ils se sont efforcés, parmi les systèmes si nombreux qui ont été proposés, de ne conserver que ce qui leur a paru strictement indispensable.

Deux systèmes principaux de notations sont ici en présence : celui de Jacobi, adopté par M. Hermite dans ses belles recherches, et le système, plus récent, de M. Weierstrass, qui, pour des raisons très sérieuses, a gagné la faveur de la plupart des géomètres contemporains. MM. Appell et Lacour, faisant preuve d'un très opportun éclectisme, n'ont pas cru devoir sacrifier complètement l'un à l'autre, tout en ne prenant à chacun d'eux que juste ce qui est nécessaire. Selon le cas, en effet, les deux ordres de notations peuvent avoir leurs avantages; en outre, toute personne s'intéressant aux fonctions elliptiques doit être en état de lire les travaux rédigés à l'aide de l'un ou de l'autre système.

Il nous suffira, après ce qui précède, d'indiquer très sommairement le plan général de l'ouvrage.

En raison de ce que peut avoir de nouveau pour l'esprit d'un étudiant, seulement nourri des éléments, la marche adoptée dans l'étude des fonctions elliptiques, les auteurs établissent *par cette même marche*, dans un premier chapitre, les propriétés essentielles des fonctions rationnelles et trigonométriques.

Cette préparation une fois faite, ils abordent le sujet principal avec les notations de M. Weierstrass, et donnent à cette occasion un exposé complet de la Théorie réduite à ses traits essentiels. La lecture de ce seul chapitre pourrait, à la rigueur, suffire à quiconque voudrait, sans se soucier des applications, se faire une idée nette de la Théorie. — Le même exposé est repris ensuite avec les notations de Jacobi.

Mais, pour une étude faite à loisir, il est bon d'éclairer, dès que faire se peut, la Théorie par des exemples. C'est pourquoi l'exposé théorique se trouve entrecoupé de chapitres consacrés aux applications. Le chapitre III, avec les notations de Weierstrass, le chapitre V, avec celles de Jacobi, traitent d'applications correspondant au cas où l'une des périodes est réelle, l'autre purement imaginaire. Un chapitre spécial est réservé au cas où les deux périodes sont imaginaires conjuguées. Ces applications, empruntées à la Géométrie et à la Mécanique, sont variées, intéressantes en elles-mêmes; les calculs y sont poussés à fond.

Les intégrales elliptiques, c'est-à-dire celles qui s'effectuent au moyen des fonctions elliptiques, et à l'occasion desquelles d'ailleurs la notion même de ces fonctions a pris naissance, sont étudiées dans les deux systèmes de notations. Les applications viennent immédiatement à la suite. La mise en nombres des formules elliptiques est réservée au chapitre X, où elle est résolue par la transformation de Landen.

Le reste de l'ouvrage est consacré à des fonctions qui généralisent les fonctions elliptiques en plusieurs sens. Ce sont les fonctions à multiplicateurs constants (fonctions doublement périodiques de deuxième espèce de M. Hermite), les fonctions à multiplicateurs expo-

nentiels (fonctions doublement périodiques de troisième espèce), enfin les fonctions modulaires. Les notions données sur ces diverses espèces de fonctions marquent une première étape dans la voie qui, par des généralisations successives, conduit aux parties les plus élevées de la Théorie des fonctions, constituées principalement de nos jours par les admirables travaux de M. Poincaré.

Des exercices sont donnés à la suite de chaque chapitre, et l'ouvrage est, en outre, complété par diverses notes additionnelles et un tableau de formules, très commode à consulter.

Ecrit avec non moins d'ordre que de clarté, résumant sous une forme facile la substance de la théorie des fonctions elliptiques, le livre de MM. Appell et Lacour est destiné à prendre bien vite rang parmi les ouvrages classiques sur la matière. M. D'OCAGNE,

Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées.

2° Sciences physiques

Schnabel (C.), *Professeur de Métallurgie et de Chimie technologique à l'Académie des Mines de Clausthal (Harz).* — **Traité théorique et pratique de Métallurgie. Cuivre. Plomb. Argent. Or.** (*Traduit de l'allemand par* L. GAUTIER.) — *1 vol. in-8° de 832 pages avec 586 fig.* (*Prix : 20 fr.*) *Baudry et Cie, éditeurs. Paris,* 1896.

Depuis la publication du *Traité de Métallurgie* de Percy, on n'a édité, en France, aucun ouvrage un peu complet sur l'extraction des métaux autres que le fer. Le *Traité de Métallurgie* de Schnabel, dont M. le Dr Gautier nous a donné une excellente traduction, est heureusement venu compléter cette lacune de notre littérature industrielle. Dans sa préface, le traducteur rappelle d'abord que M. Schnabel a préludé à la confection de son livre par plusieurs voyages effectués non seulement dans les différentes contrées de l'Europe, mais encore en Amérique, en Asie et en Australie, où il a visité de nombreuses usines et recueilli de précieux documents. Ces documents et son expérience personnelle, résultant d'une longue pratique de la métallurgie, lui ont permis de donner des procédés actuellement en usage dans les différentes parties du monde, une description aussi exacte et aussi complète que possible.

Dans ce premier volume, l'auteur ne traite que du Cuivre, du Plomb, de l'Argent et de l'Or. Il se réserve de publier un second volume sur les autres métaux qui font l'objet d'une extraction en grand : Mercure, Platine, Zinc, Bismuth, Nickel et Aluminium.

Le cuivre occupe la première place dans ce premier volume. Après quelques pages consacrées aux propriétés physiques et chimiques du métal et de ses composés, on aborde la description des différents procédés en usage pour l'extraction du métal. Ces procédés peuvent se grouper en trois classes principales :

1° Ceux dans lesquels le cuivre est extrait par voie sèche ;

2° Ceux dans lesquels le cuivre s'obtient par voie humide ;

3° Enfin, ceux dans lesquels le cuivre s'obtient par voie électro-métallurgique.

L'auteur subdivise les procédés par voie sèche en quatre groupes :

Le premier, qui est connu sous le nom de « procédé allemand », est employé dans quelques usines.

Le second, dit « procédé anglais », est employé dans le sud des pays de Galles, principalement à Swansea et Saint-Helens, ainsi qu'au Chili et au Colorado.

Le troisième procédé par voie sèche, qui est connu sous le nom de « procédé anglo-allemand », est une combinaison des deux premiers, de telle sorte que la fonte des minerais grillés est effectuée en fours à cuve, tandis que la concentration de la matte a lieu au four à réverbère, et le traitement final pour cuivre peut être fait soit en four à cuve, soit en four à réverbère.

Pour chacun de ces procédés, l'auteur décrit les appareils d'une façon très complète.

Les fours de grillage, notamment, occupent dans ses descriptions une place importante, et cette importance est justifiée par les modifications et les perfectionnements qui leur ont été apportés depuis quelques années. Le grillage des menus se fait soit dans des fours à cuve, soit dans des fours à réverbère, soit enfin dans des fours à moufle. Parmi les derniers types de fours à cuve, il faut citer le four Olivier-Perret, le four Malétra et le four de Spence.

Le lecteur trouvera également les dispositions les plus récentes des fours à réverbère qui sont employés au grillage des minerais. Il en existe quatre sortes bien distinctes : les fours à réverbère fixes à travail manuel ; les fours à réverbère fixes à travail mécanique ; les fours à sole mobile, et, enfin, les fours à laboratoire mobile tels que ceux de Brückner, de White, etc.

La fonte pour matte se fait maintenant presque partout dans des fours à cuve ; ces fours ont subi également beaucoup de modifications. L'un des plus originaux est le four américain à chemise d'eau ou *water-jacket furnace.*

Le dernier procédé par voie sèche est connu sous le nom de « procédé au convertisseur », ou « procédé Manhès ». Nous nous permettrons ici une légère critique ; l'auteur a accordé peu de place à ce procédé qui fonctionne dans plusieurs usines et qui a une importance considérable, non seulement par l'économie qu'il procure, mais encore par la facilité qu'il offre d'être installé partout. En effet, dans les anciennes méthodes, chaque opération exigeait, pour réussir, la main d'ouvriers exercés ; d'autre part, pour régler à volonté la température des fours, il fallait des combustibles bons et à bas prix, car on en consommait beaucoup. Ainsi, la métallurgie du cuivre exigeait à la fois la proximité de bassins houillers et la présence d'une population ouvrière possédant la pratique de cette industrie. Aujourd'hui, dans un atelier organisé d'après le système Manhès, à côté du contre maître qui dirige le travail, il n'y a guère que des manœuvres ; on peut donc recruter des ouvriers partout, et les dresser rapidement : en outre, on dépense peu de combustible, et comme les appareils ont une forte production, il n'est plus nécessaire d'avoir un matériel considérable ; beaucoup de gisements, que leur situation rendait inexploitables, pourront maintenant être utilisés. Ce procédé a été adopté dans toutes les usines récemment installées pour traiter les minerais sur place : au Chili, en Italie, en Espagne, dans l'Oural, etc.

En ce qui concerne l'extraction du cuivre par voie humide, l'auteur décrit avec beaucoup de détails les différents procédés actuellement employés tant pour les minerais oxydés et carbonatés que pour les minerais sulfurés. Citons, entre autres, le procédé Dœtsch employé à Rio-Tinto, où la chloruration se fait par voie humide ; et le grillage chlorurant, où la chloruration se fait par voie sèche.

Depuis la découverte des machines dynamo-électriques, on s'est efforcé d'utiliser les courants électriques pour l'extraction par voie humide du cuivre, de ses minerais et des produits métallurgiques. Aujourd'hui, on a atteint, dans cette voie, des résultats si décisifs au point de vue technique et économique, que le procédé en question a été introduit dans un grand nombre d'usines métallurgiques pour séparer des métaux nobles le cuivre et l'extraire simultanément ; au contraire, pour les minerais et les mattes, le succès est encore à attendre. Des méthodes très rationnelles ont été proposées par Siemens et Höpfner pour l'extraction du cuivre des minerais ou des sulfures métalliques. La possibilité de l'application technique du procédé en question a bien été démontrée théoriquement ; mais, jusqu'à présent, on manque encore de données concluantes sur une exploitation en grand, d'une certaine durée. On ne peut donc actuellement émettre un avis concluant que sur l'électrolyse des alliages du cuivre, dont l'emploi est tout à fait indiqué, dès qu'il s'agit de séparer le cuivre des métaux nobles, le cuivre

étant à un bon prix et la force motrice à bon marché.

L'auteur décrit néanmoins les deux procédés proposés par Siemens et Halske et par Höpfner. Dans le premier, on dissout le cuivre des minerais qui le contiennent à l'état de sulfure dans une solution de sulfate ferrique, renfermant de l'acide sulfurique libre; dans le procédé Höpfner, le dissolvant est une solution de proto-chlorure de cuivre et de chlorure de sodium ou de calcium; des modifications importantes ont été apportées depuis quelque temps dans la disposition des appareils d'électrolyse employés dans ces deux procédés; on en trouvera la description dans le cours de l'ouvrage; le procédé Marchèse diffère des précédents en ce que le cuivre n'est plus extrait directement des minerais, mais des mattes coulées en plaques et servant d'anodes. Ces mattes ne doivent pas être trop riches en fer. Ce procédé n'a pas, jusqu'à présent, pris une grande extension.

La métallurgie du *Plomb* et de l'*Argent* est traitée avec autant de détails que celle du cuivre Les procédés en usage ont subi peu de modifications; seuls, les appareils ont été perfectionnés.

Nous n'insisterons donc pas sur les différents procédés décrits par l'auteur; on trouvera dans l'ouvrage tous les renseignements concernant le *pattinsonnage* et le *zincage*, ainsi que les perfectionnements qui ont été apportés dans le traitement mixte des minerais d'argent. Les procédés de l'extraction de l'argent par voie humide sont longuement décrits; citons le procédé Keith, qui a pour but de séparer, par l'électrolyse, le plomb de l'argent.

La dernière partie de l'ouvrage est consacrée à la métallurgie de l'Or. M. le Dr Gautier ne s'est pas borné à donner une traduction claire et fidèle du texte allemand, il y a ajouté, en l'accompagnant de figures, les descriptions des perfectionnements qui, depuis l'apparition de l'édition allemande, ont été apportés à l'extraction de l'or par le cyanure de potassium, méthode qui, actuellement, a acquis, surtout au Transvaal, une énorme importance. Ce procédé, connu sous le nom de *procédé Mac Arthur Forrest*, convient surtout pour les *free milling ores*, c'est-à-dire pour minerais qui cèdent facilement leur or au mercure; il repose sur la transformation de l'or en cyanure de potassium et d'or, à l'aide d'une solution étendue de cyanure de potassium et la précipitation de l'or au moyen du zinc.

Il a été proposé par MM. Mac Arthur et Forrest et introduit dans un grand nombre d'usines de l'Amérique du Sud; il a été essayé en Australie, dans la Nouvelle-Zélande et aux Etats-Unis. Le procédé convient aussi tout particulièrement aux résidus de l'amalgamation (*tailings*).

Mais, si les minerais contiennent l'or sous forme de gros grains ou sont trop riches en métal précieux, ils ne peuvent plus être traités avec avantage, parce que les gros grains ne sont que très lentement attaqués par la solution de cyanure de potassium et que les minerais riches retiennent trop d'or.

De nombreux minerais pyriteux conviennent aussi pour ce procédé, mais, pour ces minerais, les frais d'extraction de l'or sont le plus souvent plus considérables qu'avec le chlorure.

M. Gautier indique ensuite les modifications apportées à ce procédé : les unes ont pour but de supprimer l'emploi du zinc, qui offre des inconvénients; les autres, tels que le procédé Siemens et Halske ont pour but de déposer l'or par l'électrolyse et l'amalgamation, en même temps que se fait la chloruration. Le dernier chapitre est consacré à l'affinage des métaux précieux.

En résumé, le Traité du Dr Schnabel, que vient de traduire M. le Dr Gautier, est certainement l'ouvrage d'ensemble le plus remarquable et le plus complet qui existe sur la métallurgie du Cuivre, du Plomb, de l'Argent et de l'Or. Il est fait avec une méthode et une clarté parfaites. Il sera consulté avec fruit tant par les étudiants que par les ingénieurs et les métallurgistes de profession.

G. Guillemin.

3° Sciences naturelles

Prehn (Dr). — **Abstammung, Alter und Entwickelung der Lepidopteren.** — *Extrait de Illustrierte Wochenschrift für Entomologie, n° 5, p. 75. J. Neumann, éditeur. Neudamm, Brandenbourg*, 1896.

Après avoir rappelé la fameuse hypothèse de Haeckel, qui croit que les Articulés ont été formés d'un rameau de l'embranchement des Vers, l'auteur traite des remarquables trachées des larves des *Ephemera* qui semblent être les organes primordiaux des véritables ailes des Insectes. Les Phryganides, appelés par lui *Mouches-Papillons*, sont déjà plus élevés en organisation : leurs ailes sont poilues ou écailleuses; mais la vie larvaire se passe encore au sein de l'eau.

Une espèce de genre *Helicopsyche* se construit une habitation assez voisine de celle de *Cochlophanes helix*. Ces Articulés respirent alors au moyen d'un tube cilié et filiforme. Ce caractère ancestral se voit chez les Microlépidoptères des genres *Paraponyx* et *Acentropus*. Un état plus avancé d'évolution s'observe chez les chenilles de *Bombycidae* qui dévorent les plantes sous l'eau, en respirant par un système trachéen se rapprochant de celui des *Argyronecta aquatica*. A la Guyane, les chenilles du *Palustra Laboulbeni* vivent de la même manière sur le *Myaca fluviatilis*. C'est avec raison que l'auteur signale de nouveau que les papillons ont tait les derniers leur apparition à l'époque tertiaire, et que les *Phragmatoecia*, placés par les paléontologistes avec les Cossides, semblent être, dans l'état actuel de la science, les plus anciens Lépidoptères Mais un des points les plus intéressants du mémoire du Dr Prehn est celui où il signale le *Sphinx Schroeteri* [1] du Jurassique de Solenhofen. Il émet une idée de philosophie entomologique, que je partage entièrement, en disant que ces Arthropodes sont, en ce moment, les seuls fossiles connus du phylum qui unissait les Neuroptères aux Papillons. Il mentionne ensuite que toutes les empreintes de Lépidoptères des différents gisements tertiaires sont parfaitement référables à cet ordre d'Insectes. On a trouvé dans les couches coenzoïques deux *Lithosia*, des Satyrides, des Piérides, des Equitides, des Hespérides, une Noctuelle, les genres *Sesia Zygaena, Cossus*, et une chenille que l'on considère comme étant celle d'une *Cossidae*. Puis, il donne un aperçu des papillons rencontrés dans l'ambre de la mer Baltique, et dont la plupart des espèces sont voisines de celles qui habitent les contrées chaudes du globe. Les plus anciennes chenilles devaient ressembler aux larves des Phryganides de l'époque actuelle, et leurs conditions biologiques étaient probablement les mêmes que celles des Psychides, Tinéides et Dossides. Les Hétérocères paraissent être le rameau le plus ancien des Lépidoptères. M. le Dr Prehn donne de très curieux renseignements sur la morphologie et la couleur des ailes et les différentes formes d'antennes des papillons européens et exotiques. Une série de papillons de nuit, comme les *Sesiidae*, les *Zygaenidea*, les *Agaristidae* volent souvent au milieu du jour. Le savant auteur n'oublie pas, en passant, de signaler le mimétisme de ces gracieux êtres, qui parfois ressemblent aux Apidae et aux *Vespidae* de l'ordre des Hyménoptères. Pour le Dr Prehn les *Castnidae* constituent le trait d'union entre les Lépidoptères, les Hétérocères et les Rhopalocères.

Des recherches de ce genre rendent plus de services à la Paléontologie et à la Zoologie générale que les descriptions spécifiques des innombrables pétrifications des gisements américains et européens.

Prof. Fernand Meunier.

Gérard (R.), *Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de Lyon.* — **La Botanique à Lyon avant la Révolution.** — *1 vol in-8° de 96 pages, avec figures. G. Masson, éditeur. Paris*, 1897.

[1] *Rhipidorhabus Schroeteri* Oppenheim.

Errera (Léo), *Professeur à l'Université de Bruxelles*, *et* **Laurent** (E.), *Professeur à l'Institut agricole de Gembloux* (*Belgique*). — **Planches de Physiologie végétale.** — *1 vol. in-4° de 102 pages avec 25 planches murales en couleur pour l'enseignement* (*Prix : 50 fr.*) *H. Lamertin, éditeur, 20, rue du Marché-au-Bois. Bruxelles*, 1897.

Toutes les personnes qui enseignent la Physiologie végétale et qui ont le souci de donner à leur enseignement le caractère concret qu'il exige, rencontrent des difficultés pratiques particulières. Avoir sous la main des plantes vivantes, monter des appareils, disposer des expériences, tout cela n'est pas difficile. Mais la Physiologie végétale présente des difficultés particulières. Les fonctions s'accomplissent lentement chez les plantes ; la moindre expérience dure plusieurs heures, parfois plusieurs semaines. Les conditions physiques extérieures y ont une grande part et il arrive trop souvent qu'une expérience préparée avec soin, répétée avec succès avant la leçon, dont la réussite paraît certaine, ne donne aucun résultat. La température a baissé ; un nuage a passé ; cela suffit pour tout compromettre et le professeur le plus soucieux de démonstrations expérimentales en est privé souvent. En outre, il faut, dans bien des cas, tenir compte de la saison ; le professeur se résout alors à mettre sous les yeux de ses auditeurs des expériences inachevées, renvoyant à une époque plus favorable une démonstration plus complète.

Il n'est pas douteux que des planches, réunissant sous une forme simple la représentation exacte des phases successives d'une expérience de Physiologie végétale, ne soient un excellent moyen d'obvier à ces inconvénients. Un terme manque au moment voulu, on y supplée en en mettant sous les yeux une représentation exacte, en attendant qu'on puisse compléter la démonstration au laboratoire.

Il faut reconnaître, d'autre part, que l'enseignement élémentaire des sciences expérimentales, à quelque catégorie d'élèves qu'il s'adresse, ne peut songer à donner pratiquement la démonstration expérimentale complète de tous les faits qu'il expose. Les élèves sont très nombreux ; il faut développer en un petit nombre de leçons des programmes trop chargés, etc. MM. Errera et Laurent ont réussi à suppléer à ces inconvénients. Les planches que nous avons sous les yeux embrassent quelques-uns des phénomènes principaux de la Physiologie des plantes. Elles figurent le commencement et la fin d'une même expérience poursuivie sur un même objet. Chaque fois que le sujet l'a permis, l'expérience porte sur des plantes vulgaires connues de tout le monde, répandues dans les pays tempérés. Un texte clair, très simple, assez détaillé pourtant pour résumer complètement l'expérience figurée, accompagne cette série de planches murales. Elle rendra de grands services. On ne possédait guère jusque-là, en fait de planches murales pour l'enseignement de la Physiologie végétale, que la collection de MM. Frank et Tschirch, mais il n'y est guère question que de Physiologie cellulaire. MM. Errera et Laurent s'adressent surtout aux phénomènes qui peuvent être démontrés par l'étude expérimentale : phénomènes de nutrition par les racines et par les feuilles, respiration, transpiration, accroissement des racines et des tiges, géotropisme, héliotropisme, etc.

Nous ne saurions mieux terminer cette courte analyse qu'en souhaitant à l'œuvre de MM. Errera et Laurent un succès qui les décide à la continuer. Deux, mieux encore trois séries comme celle-ci permettraient d'embrasser l'ensemble des faits positivement établis de la Physiologie végétale (ils ne sont pas bien nombreux) et rendraient à l'enseignement des services d'autant plus grands que les séries seraient plus développées et variées.

Ch. Flahault,
Professeur de Botanique
à l'Université de Montpellier.

4° Sciences médicales

Sperk (Édouard-Léonard). — **Œuvres complètes : Syphilis. Prostitution. Etudes médicales diverses.** (*Traduit du russe par* MM. Oelsnitz *et* de Kervilly, *avec une préface de* M. Lancereaux, *de l'Académie de Médecine*). — *2 vol. in-8° de 706 et 624 pages avec 33 figures, 2 cartes* (*Prix : 20 fr.*) *O. Doin, éditeur. Paris*, 1897.

C'est une singulière et attachante figure que celle de ce médecin qui, dans les hasards d'une vie assez aventureuse, a trouvé le moyen de faire œuvre de savant et de nous laisser des travaux considérables.

Cette œuvre comprend une série de mémoires portant sur la syphilis, la lèpre, les fièvres éruptives, les maladies de l'estomac et des intestins, etc. ; en plus, nombre d'articles de démographie et de statistique.

C'est surtout la syphilis que notre auteur a étudiée et fouillée avec soin, et cela dans la Sibérie Orientale, c'est-à-dire sur un terrain immense, et éminemment favorable à l'étude, car, comme le dit M. Lancereaux, qui s'est chargé de présenter l'œuvre de Sperk au public français, « les pays primitifs se font remarquer par la simplicité et par l'uniformité », et par suite l'observation y est plus aisée peut-être que dans nos civilisations compliquées. Rapprochement curieux ! Là, comme en France à l'époque médiévale, la syphilis était confondue avec la lèpre et désignée sous son nom ! Ce n'est pas à coup sûr un mince mérite pour le Dr Sperk, que d'avoir pu, dans la Sibérie et le Kamtchatka, retrouver les linéaments de la maladie, et montrer que cette prétendue lèpre n'était « qu'une syphilis modifiée par des conditions particulières ». Ainsi, suivant la juste remarque de Lancereaux, « la syphilis a été dans la plupart des pays non civilisés confondue avec la lèpre, et partout la question de savoir si elle venait des indigènes ou des envahisseurs s'est posée et a été résolue d'une façon contradictoire, presque toujours favorable à l'idée de son ancienneté. »

A côté de ces études sur les formes symptomatiques de la syphilis, il faut citer celles qui ont trait à la prophylaxie, et la part prépondérante que prit l'auteur à l'établissement d'un régime plus humanitaire et plus libéral pour les prostituées ; à noter encore son idée, bonne en soi, mais combien difficile à réaliser en pratique ! de l'institution de maisons de tolérance exclusivement composées de femmes antérieurement syphilisées et destinées aux individus atteints de syphilis.

L'étendue même du théâtre des observations médicales du Dr Sperk lui a permis de relever d'intéressants contrastes dans la pathologie comparée de diverses régions, et les relations de cette pathologie avec leurs climats respectifs et le genre de vie de leurs habitants. Ainsi dans la province d'Okhotsk, la constipation opiniâtre, les typhlites, la péritonite sont peut-être favorisées par la nourriture composée surtout de substances animales, de poisson, de graisse de phoque ou de baleine, presque sans végétaux et sans condiments. Dans la province de l'Amour, au contraire, la constipation est rare, la diarrhée commune en raison de la nourriture végétale et des oscillations brusques de température.

De même, l'auteur a noté que l'extension du paludisme concorde à peu près exactement avec celle des céréales, et il croit pouvoir en conclure que les conditions favorables au développement des cryptogames de la malaria, sont les mêmes que celles qui favorisent la culture des céréales, à savoir une température moyenne de 9 à 10°. Autre remarque intéressante : la dysenterie débute à l'époque où la fièvre intermittente est à son déclin (moitié ou fin de juin), et atteint son apogée pendant les chaleurs de juillet ; elle cesse en août et septembre, et le paludisme fait alors sa réapparition.

J'ajoute qu'on trouvera dans l'œuvre du Dr Sperk une série de mémoires intéressants sur les inoculations de la vaccine de génisse, les inoculations anti-rabiques, des recherches sur l'électrolyse, etc., et j'aurai à peine ainsi donné l'idée de la variété d'études que renferment ces deux volumes.

Dr L. Jacquet.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 Février 1897.

La Section de Physique présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. Fizeau : en première ligne, M. **Violle** ; en seconde ligne, M. **Amagat**, M. **Bouty**, M. **Gernez**, M. **Pellat**. — M. **Sarrau** lit une notice sur la vie et les travaux du Général **Favé**, ancien Membre libre de l'Académie.

1° Sciences mathématiques. — M. **M. Loewy** présente à l'Académie la troisième partie du « Catalogue de l'Observatoire de Paris » comprenant deux volumes distincts : l'un, sous le titre de *Positions observées*, renferme 108.000 observations individuelles, d'où ont été déduites les coordonnées moyennes de 8.565 étoiles, figurant dans l'autre volume qui constitue le *Catalogue* proprement dit. — M. **Perrotin** a étudié la planète Mars, cet hiver, à l'aide du grand équatorial de l'Observatoire de Meudon. De ses observations et d'autres antérieures, il tire les conclusions suivantes : Considéré au point de vue de la couleur et de l'aspect des régions qu'on y observe, le globe de Mars semble devoir se diviser en quatre zones distinctes ; ces zones, d'inégale hauteur et qui empiètent les unes sur les autres quand elles sont contiguës, font le tour de la planète en restant sensiblement parallèles à l'équateur. Deux d'entre elles comprennent les régions équatoriales, l'une, boréale, étant celle des canaux, l'autre, australe, étant celle des mers. Les troisième et quatrième zones s'étendent entre les premières et les deux pôles ; elles présentent des continents de couleur blanche ou grisâtre. Pour une même distance au centre du disque, les détails de la surface n'apparaissent pas avec la même facilité dans les quatre zones. — M. **J. Janssen** montre que le grand intérêt de la note précédente réside surtout dans ce fait que les résultats qu'elle contient proviennent d'observations comparées, faites à Nice, au Mont Mounier et à Meudon. — M. **de Jonquières** étudie certains points de la théorie des résidus des puissances et énonce un théorème nouveau sur les caractères distinctifs des nombres, ou racines, d'où proviennent les résidus générateurs. — M. **C. Bourlet** nomme *transmutation à n variables* toute opération qui transforme une fonction de u de n variables en une autre fonction des mêmes variables ; la nouvelle fonction s'appelle *transmuée*. Ceci posé, l'auteur donne la résolution du problème général suivant : Déterminer toutes les transmutations telles qu'il existe une relation, déterminée à l'avance, entre les transmuées des trois fonctions u et v et $\pi(u, v)$, quelles que soient les fonctions u et v ; $\pi(x, y)$ étant une fonction donnée des variables x et y, symétrique et telle, en outre, que la fonction $\pi[x(y, z)]$ soit aussi symétrique. — M. **Ed. Maillet** étudie une série de groupes primitifs holoédriquement isomorphes à des groupes plusieurs fois transitifs.

2° Sciences physiques. — M. **J. Fournier** présente un récipient destiné à contenir les gaz liquéfiés ; au moyen d'un dispositif de sûreté spécial, l'auteur est parvenu à prévenir tout danger d'explosion. — MM. **Jean** et **Louis Lecarme** présentent un appareil destiné à enregistrer la vitesse des mouvements pendulaires. — M. **Guggenheimer** a étudié l'influence des rayons de Röntgen sur la distance explosive de l'étincelle électrique. Il établit que : 1° A distance égale et à différence de potentiel égale, l'augmentation de la distance d'explosion de l'étincelle passive dépend de l'intensité des rayons X ; 2° à différence de potentiel égale et à intensité égale des rayons X, l'augmentation de la distance d'explosion de l'étincelle passive dépend de la distance des sphères électrisées à la paroi émissive du tube. — M. **V. Ducla** adresse la description de divers baromètres à air, permettant de mesurer la pression atmosphérique avec une approximation plus grande qu'avec les baromètres à mercure. — M. **M. Berthelot** a analysé un grand nombre d'objets, provenant de fouilles faites en Chaldée, qui ont fait connaître des monuments d'une haute antiquité, remontant aux origines de la civilisation, c'est-à-dire à cinq ou six mille ans. Ces objets sont constitués presque tous par du cuivre absolument pur. Il ressort de ces analyses que le cuivre pur était employé pour fabriquer les armes et outils en Chaldée vers l'an 4000 avant notre ère ; l'emploi du cuivre a précédé celui du bronze, c'est-à-dire du cuivre allié à l'étain, lequel se retrouve dans des objets postérieurs, en Chaldée comme en Egypte. — M. **H. Pélabon** a étudié, avec des temps de chauffe considérables, simultanément la formation et la décomposition de l'hydrogène sélénié aux températures inférieures à 320°. Le résultat des expériences peut être représenté par deux courbes, qui se raccordent, à 320°, avec la courbe des équilibres véritables. La région comprise entre les deux courbes est la *région des faux équilibres* de M. Duhem. Les deux courbes se séparent d'autant plus que la température est plus basse. — M. **Paul Sabatier** a étudié l'action de l'oxyde cuivreux sur les solutions d'azotate d'argent ; la liqueur bleuit et l'oxyde rouge est remplacé par une matière grise volumineuse. L'analyse des corps formés conduit à représenter la réaction par la formule :

$$6\,AgAzO^3 + 3\,Cu^2O + eau = 6\,Ag + 2\,Cu(AzO^3)^2 + 3\,CuO.Cu(AzO^3)^2.H^2O.$$

— M. **V. Thomas** a fait réagir le bromure ferreux sur le bioxyde d'azote ; l'absorption de ce dernier est faible ; le composé obtenu renferme une molécule d'oxyde nitrique pour 5 (ou 6) de Fe^2Br^4 ; il est inaltérable dans le vide. Les sels halogénés ferreux absorbent mieux le peroxyde d'azote AzO^2 et donne des composés stables de formule $2\,Fe^2Cl^4, AzO^2$ et $2\,Fe^2Br^4, AzO^2$. — M. **Paul Rivals** étudie quelques dérivés de l'aldéhyde salicylique : le salicylure de potassium $C^7H^5O^2.KOH$ et le parasalicyle $C^{14}H^{10}O^3$, et en donne les chaleurs de formation. Il en déduit que, si le parasalicyle est un éther oxyde, ce n'est pas un dialdéhyde, mais un isomère asymétrique. — M. **E. Gérard** a extrait du *Penicillium glaucum* un ferment analogue ou identique à la lipase de M. Hanriot, car il possède la propriété de dédoubler la monobutyrine.

3° Sciences naturelles. — M. **Aug. Charpentier** a constaté que, lorsque l'œil est soumis à une excitation lumineuse très brève (de l'ordre du dix-millième de seconde), les différentes couleurs de la flamme arrivent à la perception à des moments différents, les couleurs les moins réfrangibles étant les premières. — MM. **J. Teissier** et **L. Guinard**, en poursuivant leurs recherches sur les influences capables de modifier les effets de certaines toxines microbiennes, ont constaté que l'inanition et l'abstinence mettent les animaux dans des conditions de résistance plus grande à ces poisons. Les expériences ont été faites sur le chien avec les toxines de la diphtérie et du pneumobacille. — M. **J. Kunckel d'Herculais** a fait de nouvelles observations sur le *Sesamia nonagrioides* Lefèvre, lépidoptère nuisible au maïs, à la canne à sucre, au sorgho, en Algérie. Cet insecte se multiplie d'une façon ininterrompue, même durant la saison hivernale. Ainsi les

chenilles arrivées à leur complet développement à la fin de l'automne n'hivernent pas, mais donnent naissance à des papillons dès décembre et janvier; les œufs pondus en automne éclosent de même en hiver. — M. L. Bordas donne la description morphologique des appendices de l'extrémité antérieure de l'intestin moyen chez les différentes familles d'Orthoptères. — M. E. Bordage a observé, chez les Phasmides appartenant aux genres *Monandroptera* et *Raphiderus*, des phénomènes d'autotomie très curieux, déterminés par la morsure des membres de ces insectes par des fourmis du genre *Plagiolepis longipes* Forel. — M. A. Müntz a étudié la réfrigération des moûts dans la vinification faite dans les pays chauds. Le moment le plus opportun pour la réfrigération est celui où le moût en fermentation a atteint 33 ou 34°. L'auteur a, en outre, constaté que, lorsque les vins se sont échauffés outre mesure et que la levure a été tuée, ces vins sont envahis par des bactéries qui élaborent, entre autres produits, de l'ammoniaque; on trouve jusqu'à 100 milligrammes d'ammoniaque par litre de vin. — M. J. Tempère a déterminé les genres des Diatomées qui sont contenues dans les phosphates de chaux suessoniens du sud de la Tunisie, d'après des coupes fournies par M. Cayeux. — M. J. Thoulet communique l'analyse lithologique de fonds marins provenant du golfe de Gascogne et recueillis pendant la campagne du *Caudan*. La nature des fonds dépend de la circulation des courants océaniques.

Séance du 22 Février 1897.

M. J. Violle est élu membre dans la Section de Physique en remplacement de M. Fizeau.

1° Sciences mathématiques. — M. Loewy présente le sixième volume des « Annales de l'Observatoire de Bordeaux », qui contient un mémoire de M. Rayet sur le climat de Bordeaux, les calculs de M. Kromm sur la comète 1893 III, les observations pour la revision des zones australes d'Argelander. — M. du Ligondès formule une nouvelle théorie du système solaire, basée sur cette hypothèse que, dans la région du chaos occupée anciennement par les matériaux du monde solaire, la distribution et la circulation des éléments étaient à peu près symétriques dans toutes les directions. A cause de cette symétrie approchée, la nébuleuse solaire s'est détachée du chaos sous la forme d'un sphéroïde; ce sphéroïde ayant reçu un aplatissement initial, le résultat de la condensation a été de produire une augmentation presque indéfinie d'aplatissement; il s'est ainsi formé un disque, qui s'est séparé en anneaux concentriques, lesquels ont engendré les planètes. — M. Levi-Civita présente ses recherches faites en vue de déterminer quels sont les cas où un problème de Mécanique admet une intégrale quadratique. — M. P. Appell compare les méthodes de M. Levi-Civita et de M. Painlevé pour arriver à la solution de la question précédente. — M. Ch. Frémont montre que le procédé d'enregistrement du diagramme du poinçonnage, qu'il a indiqué antérieurement, est applicable à l'enregistrement du diagramme par pliage dans l'essai des métaux. Il suffit de remplacer le poinçon cylindrique ordinaire par un poinçon terminé en forme de couteau, et la matrice circulaire habituelle par deux mordaches parallèles, à écartement donné.

2° Sciences physiques. — M. de Heen adresse deux notes intitulées : « Existence de rayons anodiques analogues aux rayons cathodiques » et « Photographie des radiations électriques du soleil et de l'atmosphère ». — M. Breton adresse deux mémoires relatifs l'un à « l'emploi des courants alternatifs simples, diphasés et triphasés, à la production des rayons X », l'autre à une ampoule radiographique à refroidissement de l'anticathode par un courant d'eau froide ». — M. de Sanderval envoie des photographies obtenues au travers de plaques métalliques de différentes natures. — M. A. Graby donne la description d'un procédé photographique permettant d'obtenir, sans passer par un cliché, des positifs en deux couleurs. — MM. Hermite et Besançon indiquent les résultats de la deuxième ascension internationale de l'*Aérophile*. L'aérostat est monté jusqu'à 15.000 mètres; la température minima enregistrée a été de — 66°. — M. Ch. de Watteville indique un nouveau mode de production de cristaux transparents. Il consiste à animer le cristal d'un mouvement de rotation sur lui-même (un à deux tours par seconde) pendant sa croissance au sein d'une solution très saturée. — Le chlorure de pyrosulfuryle est très difficile à obtenir à l'état de pureté, car il contient toujours de l'anhydride sulfurique et de la chlorhydrine sulfurine impossibles à séparer par distillation fractionnée. M. A. Besson est parvenu à éliminer ces impuretés par l'action de PCl^5 qui réagit sur elles en donnant des corps plus volatils, séparables par distillation. L'auteur décrit alors les propriétés physiques et les principales réactions chimiques du chlorure de pyrosulfuryle pur. — MM. Ch. Moureu et A. Chauvet ont remarqué qu'en chauffant un mélange d'aldéhyde anisique, d'anhydride propionique et de propionate de soude sec, et en élevant la température jusqu'au point d'ébullition du mélange, l'acide méthylparapropiocoumarique qui doit se former se décompose immédiatement en anhydride carbonique et anéthol. Les auteurs ont employé la même réaction pour préparer divers homologues de l'anéthol. — M. P. Cazeneuve a reconnu que la casse des vins — maladie qui se traduit par l'oxydation rapide au contact de l'air de la matière colorante rouge avec jaunissement et insolubilisation — est due à un ferment oxydant, qu'il appelle *œnoxydase*. Ce ferment présente des propriétés analogues à celles de la laccase, mais il serait prématuré de l'identifier avec elle. — MM. Alb. d'Aguiar et W. da Silva ont étudié les procédés de recherche des colorants de la houille et des couleurs du caramel dans les vins blancs. Par le traitement usuel : évaporation avec l'alcool amylique et essais de teinture de la soie, les couleurs du caramel donnent toujours des résultats douteux et même négatifs; les couleurs jaunes de la houille présentent au contraire un ensemble de réactions très nettes. Il est donc impossible de confondre le caramel avec les couleurs de la houille. — M. A. Lacroix a analysé des cristaux trouvés sur les os et à l'intérieur du crâne d'un cadavre en décomposition, enfermé dans un cercueil de plomb portant la date de 1630. Ces cristaux sont constitués par de la métabrushite ($HCa^2P^2O^8 + 3H^2O$). Ils nous offrent un curieux exemple d'autominéralisation, car ils se sont formés entièrement aux dépens du cadavre, le cercueil de plomb ayant empêché l'intervention des agents extérieurs.

3° Sciences naturelles. — M. L. Ranvier étudie le rôle physiologique des leucocytes; ces corps n'ont pas seulement pour fonction d'entourer les microbes et de les manger; ils ont un rôle important de nutrition et vont spécialement dans les parties du corps que les vaisseaux sanguins ne pourraient atteindre pour exercer ce rôle; ainsi lorsqu'on provoque de petites plaies de la cornée, on les voit bientôt comblées par la prolifération des cellules environnantes, en même temps qu'apparaissent un grand nombre de leucocytes qui cèdent leur substance nutritive aux cellules en train de se développer. — MM. L. Jacquet et Butte communiquent leurs recherches sur le mécanisme de l'hyperémie cutanée. Ils ont reconnu, en expérimentant sur le lapin, que la section du sympathique ne suffit pas pour amener l'hyperémie de l'oreille du côté sectionné, mais qu'il faut, en outre, une irritation du nerf local. — M. Aug. Charpentier a observé, à la suite d'une excitation lumineuse brève d'une durée de quelques centièmes de seconde à une ou deux secondes, un halo autour de la source lumineuse, présentant souvent un anneau noir. Ce phénomène représente une phase postérieure à l'excitation; il n'est autre chose qu'une image récurrente; les anneaux noirs indiquent la production d'images récurrentes multiples. — M. Christian Bohr a étudié l'absorption de

l'azote et de l'hydrogène par le sang; il a constaté que la surabsorption d'azote est due à la présence de l'hémoglobine et n'a lieu qu'en présence d'oxygène; mais les composés qui se forment sont très instables et l'action de la pompe pneumatique suffit à les dissocier. — M. **E. Roze** a constaté, dans le mucus qui se forme sur les tubercules de pommes de terre attaquées par certains microcoques, la présence d'un nouveau type générique de Myxomycètes, plus simplement organisé que tous ceux déjà connus; il se montre sous la forme plasmodique végétative et sous la forme enkystée reproductrice; l'auteur a désigné ce nouveau genre sous le nom de *Vitmorinella*. — M. **Croquevielle** a remarqué que l'emploi du sulfate de fer exerçait une action destructrice sur un grand nombre de Cryptogames; il propose l'emploi de ce corps dans les maladies cryptogamiques de la vigne. — M. **Paul Choffat** donne la description du Crétacique des environs du Mondégo. Les assises que l'auteur avait reconnues dans le Crétacique des environs de Lisbonne se fondent ici ensemble, et les espèces fossiles passent du bas en haut du massif calcaire. Ces circonstances rendent difficile le choix de la limite entre le Cénomanien et le Turonien.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Février 1897.

M. le Président annonce à l'Académie les décès de MM. **Burdel** (de Vierzon), associé national, Sir **Spencer Wells** (de Londres), associé étranger, et **Wannebroucq** (de Lille), correspondant national. — M. **Georges Hayem** fait un rapport sur un travail du Dr **Barré**, relatif à la désintoxication du sang par un procédé particulier : l'auteur pratique une saignée sur l'un des bras du malade, pendant que sur l'autre bras on fait une injection saline intra-veineuse à dose égale à celle du sang soustrait. Ce procédé a donné des résultats excellents dans des cas de pneumonie, d'urémie, de rhumatisme cérébral. L'auteur les explique par le fait que la saignée emporte une partie des principes toxiques du sang, tandis que l'injection saline rétablit la pression sanguine et dilue les toxines restant dans le sang. — M. **Georges Hayem** fait un rapport sur un travail du Dr **Laval**. L'auteur a observé deux cas d'urobilinurie d'une grande intensité à la suite de traumatismes de la région hépatique; il pense que l'urobilinurie peut être considérée comme un signe constant des lésions traumatiques du foie, et que ce signe a plus de valeur, à cet égard, que la présence de pigments biliaires, celle-ci pouvant faire défaut. M. Hayem croit que l'urobilinurie est surtout la conséquence de l'épanchement intra-péritonéal du sang et donne plutôt la mesure de l'hémorragie interne que de l'atrition du foie. — M. **J.-V. Laborde** présente un rapport sur un travail de M. **E. Dubois**, relatif au traitement de la tuberculose par le mercure. L'auteur emploie des injections hypodermiques de 1/2 à 1 c. c. d'une solution de bichlorure de mercure au millième sans alcool. Il a obtenu plusieurs guérisons et des améliorations parmi les vingt cas qu'il a traités; les malades n'étaient pas syphilitiques. — M. **Hallopeau** lit un rapport sur un mémoire de M. **de Gouvea**, intitulé : « Etude clinique sur les manifestations oculaires de la lèpre. » L'auteur fait jouer un rôle prépondérant, dans ces affections, à la paralysie du muscle orbiculaire. Cette pathogénie le conduit à conclure qu'il y a lieu de corriger de bonne heure l'insuffisance des orbiculaires par une blépharorhaphie prophylactique aussi étendue que possible. — M. **Polaillon** fait un rapport sur un mémoire de M. **Burot**, intitulé : « Le Tétanos à Madagascar. » L'auteur a observé quatre cas de tétanos à bord du *Shamrock*, bâtiment-hôpital stationnant devant Majunga. Dans les deux premiers cas, la pénétration du microbe a eu lieu à la faveur d'une injection hypodermique de sulfate de quinine faite à terre; les germes tétanigènes existent en grande abondance dans le sol et l'air de Madagascar. Le tétanos s'est alors propagé par contagion aux deux autres malades sur le navire même. — M. **Léon Colin** fait remarquer que la peste bubonique, originaire des hauts plateaux de l'Asie centrale, fait surtout ses apparitions en hiver et a peu de tendance à descendre fort avant dans le sud. Toutefois, l'épidémie actuelle semble avoir une virulence particulière, puisqu'elle s'est propagée jusqu'au détroit de Bab-el-Mandeb. — M. **Kirmisson** signale un cas de maladie kystique du testicule chez un enfant de dix-neuf mois, guéri par extirpation. — M. le Dr **Villar** (de Bordeaux) lit une note sur le manuel opératoire de la gastrotomie. — M. le Dr **Clozier** (de Beauvais) lit un mémoire sur les accès éclamptiques ou convulsions infantiles jugulés par la seule intervention de la zone hystéro-clasique cardiaque.

Séance du 9 Février 1897.

M. **Fernet** est élu membre titulaire dans la section de Pathologie médicale. — M. **J.-V. Laborde** présente à l'Académie, de la part de Mme le Dr **Gaches-Sarrante**, trois épreuves radiographiques relatives à l'influence du port du corset. — M. **Roux** fait un rapport sur un travail de M. **E. Maurel** relatif à l'hyperleucocytose. L'auteur a constaté qu'à la suite de la saignée, de la cautérisation ou de l'application des révulsifs le nombre des globules blancs augmente considérablement dans le sang. Il pense que la saignée peut favoriser la résistance de l'organisme contre les microbes en provoquant une leucocytose critique. — M. **Vallin** présente le rapport de la Commission chargée de rechercher les moyens de faire cesser l'insalubrité de la fabrication des allumettes. Après avoir visité les fabriques françaises et quelques fabriques belges, la Commission est arrivée aux conclusions suivantes : 1° Il est urgent de faire cesser l'insalubrité qui persiste dans un grand nombre de manufactures d'allumettes en France. 2° La suppression du phosphore blanc est le seul moyen capable d'assurer l'assainissement définitif de cette industrie. 3° L'emploi général de machines automatiques perfectionnées est une ressource précieuse, mais à la condition que les opérations nuisibles aient toujours lieu sous des cages vitrées où ne séjourneront pas les ouvriers. 4° En attendant la réussite complète des expériences en cours, l'insalubrité actuelle pourrait être diminuée par les mesures suivantes : Ventilation beaucoup plus active; emploi de courte durée et alternance des ouvriers dans les ateliers dangereux; sélection initiale et visites médicales périodiques, avec élimination temporaire ou définitive des ouvriers ayant la bouche en mauvais état; installation plus complète et surveillance rigoureuse des réfectoires, des lavabos, des vestiaires, etc. — M. **Chipault** lit une note sur la cure opératoire de la phlébite otitique du sinus latéral, et présente un malade opéré et guéri à l'aide de son procédé par M. A. Lambotte. — MM. **Chipault** et **A. Londe** présentent des applications de la radiographie à la chirurgie du système nerveux.

Séance du 16 Février 1897.

M. le Président annonce à l'Académie le décès de M. **E.-A. Bourgoin**, membre dans la Section de Pharmacie. — M. **L. Guignard** donne lecture du discours qu'il a prononcé, au nom de l'Académie, aux obsèques du défunt. — M. **P. Reclus** a fait une étude comparative de la cocaïne avec un nouvel anesthésique local, l'eucaïne. Il conclut que l'eucaïne, tout en étant un véritable analgésique, n'est pas supérieure à la cocaïne; en effet, l'injection en est un peu douloureuse; le champ opératoire est souvent recouvert d'une nappe sanguine; l'analgésie est moins complète et sa durée est beaucoup moindre; enfin, sa toxicité est presque aussi grande que celle de la cocaïne. — M. **V. Babes** décrit un cas unique d'une maladie qu'il appelle septicémie muqueuse et qui consiste en une décomposition du sang, produite par un microbe qui détruit les globules rouges et les transforme en une substance granulo-muqueuse. La maladie se traduisait

extérieurement par de la paralysie faciale et une anémie très prononcée. A l'autopsie, tous les vaisseaux sanguins, surtout ceux des méninges, renferment une substance blanchâtre muqueuse. L'auteur a isolé le microbe de cette affection ; mais la maladie ne peut être reproduite expérimentalement à volonté ; il faut l'intervention de circonstances particulières encore inconnues. — M. **Hervieux** lit un mémoire sur l'introduction de la vaccine en France. — M. **A. Laveran** étudie le rôle de la rate dans le paludisme. Il conclut que cet organe n'a pas un rôle spécial de défense ; la rate donne asile, au contraire, aux hématozoaires qui s'y multiplient et qui peuvent y vivre pendant longtemps à l'état latent ; elle est leur siège d'élection, et c'est pour cela qu'elle présente chez les palustres des altérations constantes et souvent profondes. La rate n'ayant pas un rôle de protection, la splénectomie pour hypersplénie palustre peut être pratiquée sans qu'on ait à redouter ses conséquences au point de vue de l'évolution ultérieure du paludisme ; la splénectomie n'est indiquée d'ailleurs que dans les cas très rares où la rate volumineuse et déplacée ou flottante donne lieu à des accidents graves. — M. **Delbet** lit un mémoire sur un cas d'autoplastie par procédés multiples. — M. **Valude** lit une note sur un cas d'hématome orbito-palpébral à répétition chez une hémophile.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 6 Février 1897.

MM. **Ch. Richet** et **A. Broca** ont étudié l'influence de l'oxygène et des poisons sur l'excitabilité cérébrale. L'asphyxie provoque d'abord une hyperexcitabilité passagère, puis la diminution et la disparition complète de toute excitabilité ; mais si on rend de l'oxygène à l'animal, l'excitabilité reparaît après quelques minutes. Le cerveau ne peut donc fonctionner sans oxygène. L'éther et le chloroforme ont le même effet que l'asphyxie ; la chloralose conserve l'excitabilité. — MM. **Klippel** et **Lefas** ont étudié, chez un tabétique présentant des troubles de la sécrétion salivaire, les altérations des glandes. Les microorganismes jouent certainement un rôle dans les altérations observées, mais la cause principale doit être rapportée à l'irritation fonctionnelle développée sous l'influence de la lésion du système nerveux central. — M. **Soulié** (de Toulouse) envoie une note sur les variations morphologiques des cellules endothéliales du péricarde et de la plèvre. — M. **A. Prenant** adresse une note relative à l'étude histologique de la cellule hépatique.

Séance du 13 Février 1897.

MM. **Teissier** et **Guinard** ont étudié l'action des toxines bacillaires introduites sous la peau ou dans le sang. La pneumo-bacilline fraîche détermine des extravasations sanguines ; plus âgée, elle provoque surtout des lésions chroniques du système nerveux. — M. **A. Charrin** rappelle que, dans ses travaux antérieurs, il a déjà donné un aperçu des effets des toxines sur l'organisme et des troubles et des lésions qu'elles engendrent. — MM. **Méry** et **Lorrain** ont isolé, dans des cas de scarlatine, sept variétés de streptocoques, dont six, présentant des caractères analogues, étaient complètement réfractaires au sérum de Marmorek. Des lapins ayant été infectés avec le bacille et ayant reçu des injections préventives ou curatives de Marmorek, meurent plus vite que des témoins ayant reçu le bacille seul. — M. **van Ermenghem** a trouvé que le botulisme est dû à un microbe particulier, fournissant une toxine extrêmement active. L'injection de cette toxine provoque de la mydriase, de la diarrhée, des vomissements, des hémorragies diffuses, symptômes que l'on observe dans le botulisme aigu. — M. **Féré** signale un cas d'amnésie rétroactive survenu chez un bicycliste à la suite d'un effort violent. — M. **Bardier** a étudié l'influence de l'inanition sur les échanges respiratoires chez les oies grasses. — M. **Guiraut** (de Toulouse) envoie une note relative à la présence du streptocoque dans l'eau. — MM. **Garnier** et **Lambert** (de Nancy) adressent une note relative à l'influence des injections intra-veineuses d'eau salée sur la respiration.

Séance du 20 Février 1897.

M. **Dejerine**, se basant sur des altérations de dégénérescence qu'il a observées dans trois cas de lésions corticales du cerveau, soutient que les fibres de projection rayonnent dans toute la corticalité, contrairement à l'opinion de Flechsig, formulée d'après ses recherches sur le cerveau des nouveau-nés. — MM. **Parmentier** et **Carrion** ont étudié le sang d'un malade atteint de diabète bronzé et dosé le fer dans différents organes. Il existait une légère anémie, sans leucocytose ; le fer était en excès dans le corps thyroïde et surtout dans le foie. — MM. **Klippel** et **Lefas** ont observé de l'hypersécrétion salivaire chez un malade atteint de tic douloureux de la face. — M. **Gellé** signale un cas d'hyperesthésie auditive douloureuse chez un éthéromane âgé d'environ soixante ans. — MM. **Widal** et **Sicard** montrent qu'on peut mesurer et représenter par une courbe les variations du pouvoir agglutinatif du sérum du sang chez les typhiques ; le pouvoir diminue pendant la convalescence. — MM. **Méry** et **Lorrain** ont de nouveau constaté l'insuccès du sérum de Marmorek contre les streptocoques secondaires de la scarlatine ; toutefois, on peut rencontrer un streptocoque analogue à celui de Marmorek, lequel est influencé par le sérum. — M. **Rénon** pense que, dans l'infection puerpérale, il existe également des streptocoques réfractaires, car le sérum de Marmorek n'a pas toujours de bons effets. — M. **P. Langlois** a reconnu que l'extrait de capsules surrénales de grenouille produit les mêmes effets que l'extrait des capsules des mammifères. — MM. **L. Hugounenq** et **Doyon** ont constaté que le bacille d'Eberth et le coli-bacille dégagent tous deux l'azote des nitrates de soude et de potasse. — M. **Féré** montre l'influence de la position de l'œuf sur le développement de l'embryon. — M. **Courmont** envoie une note relative à la répartition de la substance agglutinante dans l'organisme.

Séance du 27 Février 1897.

M. **E. Gley** annonce la mort de M. **Ch. Contejean** et prononce son éloge. — M. **Mosso** a observé, au Mont-Rose, les modifications de la respiration et de la circulation dues aux grandes altitudes. Les accidents respiratoires sont dus, non au manque d'oxygène, mais à l'absence d'acide carbonique dans le sang. — M. **Camus** montre la présence de la bilirubine dans le sérum de cheval, mais celle-ci s'altère rapidement ; l'air et la lumière sont nécessaires pour que l'oxydation se produise ; cette dernière est activée par l'élévation de température ; la présence de l'oxydase n'est pas nécessaire ; elle n'agit d'ailleurs qu'en empruntant de l'oxygène à l'air. — M. **Boucheron** a traité par le sérum antistreptococcique un cas de sinusite maxillaire aiguë et un cas de phlegmon aigu du sac lacrymal, et a obtenu la guérison. Il a constaté, que dans les cavités muqueuses closes pathologiquement, l'exsudat streptococcique peut se résorber sous l'influence du sérum antistreptococcique. — M. **Mossé** a trouvé le pouvoir agglutinant dans le sang d'un nouveau-né dont la mère avait eu la fièvre typhoïde au sixième mois de sa grossesse. — M. **Pilliet** a étudié les lésions de l'endothélium veineux dans la phlébite variqueuse sur des pièces conservées dans la formaline et colorée à la thionine. — M. **Gilbert** adresse une note relative à l'action toxicologique du phosphate de gaïacol.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Février 1897.

M. **C.-E. Guillaume** revient sur l'explication qu'il a déjà proposée de la *constance de la température du charbon positif dans l'arc.* (Voir la *Revue* du 15 nov. 1896).

Cette constance résulte de celle de l'éclat du charbon, constaté par M. Violle; M. Guillaume pense que le phénomène secondaire qui limite l'élévation de température est la dissolution directe du carbone solide dans l'atmosphère ambiante. Cette vue semble confirmée par une expérience de MM. Wilson et Fitzgerald qui, faisant jaillir l'arc dans l'acide carbonique comprimé, ont constaté au moment où l'on produit la détente, l'apparition d'un nuage de carbone. Le transport apparent du charbon s'explique immédiatement dans cette hypothèse. M. **H. Le Chatelier** ne pense pas non plus que l'ébullition du carbone soit la cause de la constance de la température de l'arc; s'il en était ainsi, la tension de vapeur du carbone devrait être, à la température des lampes à incandescence, bien supérieure à la valeur observée, 0,02 millièmes de la pression. Inversement, en admettant ce chiffre, on calcule qu'à la température de l'arc, la tension de vapeur serait d'environ 40 millimètres. Dans de l'air qu'on raréfie jusqu'à une pression de 100 millimètres, l'éclat du charbon positif ne change pas. Le phénomène secondaire serait la fusion du carbone, qu'on met en évidence en déposant une petite baguette de charbon de façon qu'elle supporte le poids du positif; au moment où l'arc jaillit, la baguette est écrasée. M. **H. Becquerel** se demande si la conductibilité des gaz environnants ne joue pas un rôle essentiel. M. **Guillaume** pense que la cause du phénomène ne doit pas être cherchée en dehors du carbone lui-même. — M. **L. Benoist** a continué à étudier, par la méthode qu'il a inventée avec M. Hurmuzescu, *la loi d'absorption des corps pour les rayons X*. Röntgen a énoncé deux résultats : L'absorption croît avec la densité des corps, mais beaucoup plus vite que cette densité. La première règle a été vérifiée en général par les expériences postérieures; le spath et le quartz ont présenté une exception notable, mais l'écart diminue, comme l'a montré M. E. Wiedemann, quand on utilise les radiations qui se propagent à l'intérieur d'un tube de Crookes. Pour découvrir la loi numérique qui lie l'absorption à la densité, M. Benoist s'est adressé d'abord aux gaz; de l'acide sulfureux, du chlorure de méthyle ou de l'air sont renfermés dans un tube de laiton fermé par deux lames d'aluminium; on observe la diminution d'intensité des rayons transmis quand la pression passe de 1 à 2 atmosphères. On trouve ainsi, pour le pouvoir absorbant rapporté à l'unité de masse, des nombres inversement proportionnels à :

10,87 10,11 11,60

c'est-à-dire sensiblement égaux; la température n'exerce aucune influence; ainsi pour les gaz l'absorption dépendant uniquement de la masse de la substance traversée, M. Benoist pense que la loi s'applique encore, comme loi limite, aux solides et aux liquides; il fait observer que les perfectionnements successifs des tubes producteurs de rayons X nous ont fourni des radiations auxquelles les métaux se sont montrés de plus en plus transparents; mais les transparences rapportées à l'unité de masse n'ont pas crû dans le même rapport; l'augmentation a été relativement plus grande pour les métaux lourds, ce qui les rapproche des métaux légers. M. Benoist met ce fait en évidence en faisant agir les rayons X sur une plaque photographique à travers une lame de cuivre et des lames d'argent dont l'épaisseur varie contre les nombres entiers de 1 à 7. Avec un vieux tube de Crookes, la lame de cuivre équivaut à deux épaisseurs d'argent; avec un tube focus, à trois épaisseurs; la transparence de l'argent a donc augmenté relativement à celle du cuivre. M. Benoist conclut que, malgré les écarts actuellement observés et malgré la complexité des radiations émises, le pouvoir absorbant de tous les corps, rapporté à l'unité de masse, tend vers la même limite. — M. **Guillaume** montre des *actions lumineuses des rayons X*, observées par M. **Radiguet**: des morceaux de verre d'origine quelconque deviennent fluorescents sous l'action de ces rayons. M. Guillaume voit dans cette expérience l'explication de l'illumination des parois d'un tube de Crookes, au voisinage d'un obstacle solide, que M. Goldstein avait attribuée à une réflexion diffuse des rayons cathodiques et qui est due en réalité aux rayons X qui prennent naissance sur cet obstacle. Il pense aussi que tous les effets lumineux observés sur des objets placés à l'intérieur d'un tube de Crookes sont dus aux rayons X que ces corps émettent; la fluorescence ne serait donc pas une circonstance déterminante ou concomitante, mais simplement une conséquence de l'apparition des rayons Röntgen. M. Radiguet a réalisé, au moyen d'une lame de verre à faces travaillées, un écran fluorescent qui présente des images beaucoup plus fines que les écrans ordinaires, dans lesquels la grosseur des cristaux est une condition nécessaire pour obtenir des résultats brillants. — M. **Ponsot** a fait, en commun avec M. **Tangl**, des *mesures cryoscopiques*, avec un appareil de M. Raoult auquel on a fait subir diverses modifications destinées à atténuer les perturbations dues au rayonnement. On accélère la production de l'équilibre en employant une éprouvette à parois très minces; on amène le liquide à l'état de surfusion, on y projette un cristal de glace, on agite et on l'introduit dans l'appareil dont le bain est maintenu à une température inférieure de 0°,25 à celle que l'on doit obtenir; dans ces conditions le thermomètre placé dans l'éprouvette peut rester fixe pendant une demi-heure. On détermine la concentration de la dissolution en tenant compte de la quantité de glace qui s'est formée. Le résultat le plus saillant est l'absence du minimum d'abaissement que tous les autres expérimentateurs ont observé au voisinage de la concentration nulle. Pour le sucre, le coefficient d'abaissement est 18,77; la formule de Van't Hoff

$$T_o - T = \frac{RT_o^2}{EL}\,\frac{n}{100}$$

donne 18,696; M. Ponsot ne conclut pas à l'identité des deux volumes. M. **Abraham** pense qu'il y aurait avantage à substituer au verre un métal qui ne serait pas dissous par l'eau et qui serait beaucoup plus conducteur. M. Ponsot partage cette opinion, mais il a pris soin de vérifier que le point de congélation d'une eau ne change pas quand on la maintient plusieurs heures dans l'éprouvette à une température de 60°.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 22 Janvier 1897.

M. **Delépine** donne un nouveau mode de préparation des amines primaires. Il consiste à faire réagir les acides sur les sels d'ammonium de l'hexaméthylène-amine. On fait, par exemple, réagir l'acide chlorhydrique en présence d'alcool sur le sel d'ammonium voulu. L'équation de formation est la suivante :

$$C^6H^{12}Az^4RA + 3\,HCl + 12\,C^2H^5OH = 6\,CH^2\,(OC^2H^5)^2 + 3AzH^4Cl + RAzH^2AH.$$

— M. **A. Colson** a étudié la décomposition des sulfates anhydres par le gaz chlorhydrique. Si l'on opère avec le sulfate de soude, la réaction est complexe par suite de la formation de sulfates acides. Il y a donc plusieurs phases de décomposition; leur caractéristique paraît être l'existence d'une tension gazeuse fixe pour une température donnée. La réaction de l'acide chlorhydrique sur le sulfate de cuivre et le sulfate de plomb donne lieu à des phénomènes du même genre. On peut alors mettre en évidence le déplacement de l'acide sulfurique par l'acide chlorhydrique. M. Colson applique à ces phénomènes l'équation de Clapeyron et en donne la théorie. Il insiste surtout sur l'importance des tensions de décomposition analogues aux tensions de vapeur. L'auteur se propose d'étudier les bases volatiles dans les mêmes conditions, puis les réactions par voie humide en essayant de voir si la pression osmotique joue dans les déplacements des corps dissous un rôle comparable à la tension de dissociation dans les

cas étudiés. — M. **Blaise** a obtenu par l'action du cyanure de potassium sur l'isocaprolactone, non pas l'acide diméthyl 2-2 pentanedioïque mais l'acide isopropylsuccinique. Voici comment s'explique cette transformation :

$$\begin{array}{l} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{array} C - CH^2 - CH^2 \;\; \begin{array}{l} | \\ O \\ | \end{array} \;\; \begin{array}{l} | \\ - \\ | \end{array} \;\; \begin{array}{l} \\ CO \end{array} = \begin{array}{l} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{array} C = CH - CH^2 - CO^2H$$

$$\begin{array}{l} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{array} C = CH - CH^2CO^2H + HCAz = \begin{array}{l} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{array} CH - CH - CH^2 - CO^2H \;\; \begin{array}{l} | \\ CAz \end{array}$$

Séance du 12 Février 1897.

MM. **André** et **Berthelot** donnent un procédé de dosage du phosphore dans l'acide pyrophosphorique et les pyrophosphates. On opère avec la mixture magnésienne fortement acidulée par l'acide acétique. Si l'on opère en présence de pyrophosphate de sodium il se précipite un produit de composition constante renfermant tout le phosphore et contenant du magnésium, du sodium et de l'ammoniaque. — M. **Tixier** présente un appareil à distillation fractionnée très peu volumineux et donnant des résultats comparables à ceux que donnent les tubes à boules. — M. **H. Moissan** a étudié l'action de l'eau sur la chaux fondue et décrit quelques expériences sur le bombardement de **Crookes** sur le diamant. — M. Chabrié communique au nom de M. **Loyer** une note sur l'action du chlore sur les aluminates alcalins. A la température du rouge, l'action est identique à celle de l'acide chlorhydrique ; il se fait du corindon et du chlorure de sodium avec dégagement d'oxygène d'après la réaction :

$$Al^2O^3Na^2O + 2\,Cl = Al^2O^3 + 2\,NaCl + O.$$

Avec un peu d'un sel de chrome en présence de l'aluminate on obtient les variétés de corindon appelées rubis, saphir, etc... — M. **Colson** signale le fait suivant : M. Franchimont a décrit, en 1875, au congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, tenu à Nantes, un hydrate de peroxyde d'acétyle fusible à 27° qui doit être le même corps que celui qu'il a signalé tout récemment. — M. **Tanret** a mesuré les coefficients de partage de l'acide azotique en présence de l'eau et de l'éther. Ces coefficients s'élèvent en raison de la concentration de l'acide et surtout par une addition d'azotate. Pour expliquer ce dernier point, M. Tanret admet la formation d'azotate acide dont la dissociation par l'éther serait limitée dans l'eau par la quantité de nitrate neutre. L'auteur a également étudié l'action de l'acide sulfurique sur les azotates en excès. Il a reconnu que si l'on enlève l'acide azotique libre par l'éther au fur et à mesure qu'il se produit, la décomposition du nitrate est complète. En laissant en présence les produits de la réaction on peut représenter celle-ci par la formule :

$$SO^4H^2 + 2\,AzKO^3 = AzHO^3 + AzKO^3 + SO^4HK.$$

Après l'enlèvement de $AzHO^3$ il y a dissociation de SO^4HK en S^4OK^2 et SO^4H^2 et le premier phénomène se reproduit jusqu'à transformation totale. — M. **Tanret** a reconnu également qu'en obligeant l'*Aspergillus niger* à vivre de la vie mycélienne en présence d'un excès de sels ammoniacaux (sans trace de nitrate) le champignon mettait en liberté les acides de ces sels (acide sulfurique, chlorhydrique, phosphorique). — M. **Rosenstiehl** envoie une note-réponse à M. Miolati sur la comparaison entre les imidoéthers et les rosanilines.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 12 Février 1897.

La Société procède au renouvellement de son bureau pour l'année courante. Sont nommés : Président : **M. Shelford Bidwell**, F. R. S. ; Vice-Présidents : MM. **E. R. Festing**, **L. Fletcher**, **Perry**, **J. Johnstone Stoney** ; Secrétaires : MM. **Th. Blakesley** et **H.-M. Elder** ; Secrétaire étranger : M. **S.-P. Thompson** ; Trésorier : M. **Atkinson** ; Bibliothécaire : M. **C. Vernon Boys**. — M. **H. H. Hoffert** indique un dispositif spécial pour les miroirs fixés à certains instruments (miroirs de galvanomètres, par exemple). L'auteur prend de petites bandes rectangulaires de verre (verre de couvre-objet pour les préparations microscopiques), minces et bien planes ; ces bandes sont argentées et taillées à leur forme définitive au moyen d'un éclat de diamant. On a alors des rectangles d'environ 8 millimètres de longueur et 1,5 millimètre de large, qu'on suspend de façon que leur plus long côté soit vertical. Ces miroirs ainsi suspendus sont plus légers et ont moins d'inertie que des miroirs ronds d'égale ouverture. La flamme verticale d'une lampe à paraffine, placée obliquement au miroir, suffit comme source de lumière. Les rayons lumineux traversent une lentille et l'image de la flamme apparaît sur le miroir sous forme d'une ligne droite verticale. Une échelle est fixée sur un écran placé entre la lentille et la lampe ; l'écran possède une ouverture circulaire, située au-dessous du centre de l'échelle et munie d'un réticule. L'image du réticule vient se former sur le miroir et est réfléchie par ce dernier sur l'échelle. — M. **C.-V. Boys** dit qu'il s'est souvent servi d'un système analogue ; il indique les précautions à prendre pour préparer le miroir et pour le fixer avec de la cire sans le déformer. — M. **S. P. Thompson** fait remarquer que le procédé de M. Hoffert est remarquable en ce qu'il ne nécessite qu'une seule lentille.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 21 Janvier 1897.

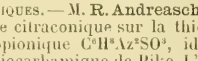
M. **W.-A. Shenstone** a étudié l'action des décharges silencieuses électriques sur l'oxygène en milieu saturé de vapeurs d'eau et parfaitement sec. Les résultats prouvent que, contrairement aux précédentes affirmations, l'oxygène fournit une plus grande quantité d'ozone à l'état humide. Le dédoublement d'ozone en oxygène serait donc retardé par la présence de l'eau. Le chlore, le brome et l'iode chimiquement purs et parfaitement secs réagissent instantanément avec le mercure. Le chlore pur ne fournit aucun produit de condensation sous l'influence de l'électricité. — MM. **Arthur R. Ling** et **Julian L. Baker** ont trouvé que la maltose, chauffée avec une solution de Fehling dans les conditions décrites par Nein, réduit 1,079 grammes de cuivre par gramme de sucre. Examinant en détail les produits de l'action de la diastase sur l'amidon à 70°, ils ont pu séparer la maltose et différentes substances infermentescibles. Ils décrivent l'α-maltodextrine : $C^{36}H^{62}O^{32}$, la β-maltodextrine $C^{24}H^{42}O^{21}$. — MM. **H.-T. Browne**, **F. R. S.**, **G. Harris Morris** et **J.-H. Millar** ont déterminé la densité de la dextrose lévulose, du sucre interverti en solution, et leur pouvoir de réduction des solutions cuivriques. — M. **A.-G. Perkin** publie un long mémoire sur les dérivés de la maclurine ; parmi les nombreux corps étudiés dont il publie les propriétés et fixe la constitution, nous citerons : la triacétylmaclurine-azobenzène : $C^{19}H^{20}O^8(C^6H^5O)^3(Az^2C^6H^5)^2$. — M. **A. Edward Dixon**, continuant ses précédents travaux sur les acidylthiocarbimides, a été amené à préparer les dérivés halogénés de substitution de certaines séries d'acides gras, dans l'espoir d'obtenir, en les combinant avec des bases organiques, des glycolylthiourées de constitution connue qui auraient permis de fixer celle des thiohydantoïnes de même série. Ces corps se formeraient suivant l'équation :

$$CH^2ClCOAzC.S + ToAzH^2 = HCl + \begin{array}{l} CH^2.S \\ | \\ COAzH \end{array} \diagdown\!\diagup CAzTo.$$

qui peut fournir le corps :

$$\begin{array}{l} CH^2.S \\ | \\ COO \end{array} \diagdown\!\diagup CAzTo.$$

Il décrit toute une série de ces composés, entre autres : l'orthotolylthiohydantoïne :



la méthylphénylthiohydantoïne, la benzylphényl, l'allylphénylthiohydantoïne, etc. — MM. **Percy, Frankland** F. R. S., et **Thomas Hater Price** décrivent la préparation et les propriétés des amylglycérates dextrogyre et lévogyre, de l'amylglycérate inactif et les diacétyl et dibenzoylglycérates correspondants. Ces corps sont surtout étudiés au point de vue optique. L'influence de la température sur le pouvoir rotatoire de ces corps a été trouvée très faible pour les glycérates, mais très marquée pour les diacétyl et dibenzoylglycérates. — M. **Alfred E. Tutton**, dans une communication sur les constantes de réfractions des sels cristallisés, critique un travail de M. **William Jakson Pope**, qui répond aux arguments dirigés contre lui et fait remarquer qu'il y a eu une erreur involontaire dans un des tableaux publiés par lui. — MM. **W.-N. Hartley** F. R. S., et **Hugh Ramage** ont examiné environ 170 spécimens de minéraux de toutes sortes, oxydes, carbonates, sulfures et ont pu découvrir au moyen de l'analyse spectrale la présence de quelques éléments très rares. Sur six échantillons d'hématites examinés, 5 contenaient de l'argent, 5 du nickel, 3 du chrome, 2 du gallium, 2 du thallium et 1 de l'indium. Quelques-uns de ces derniers métaux ont été également découverts dans certains échantillons de magnétite, sidérite, bauxite. Sur 40 blendes, 9 renfermaient de l'indium, 7 du cadmium, 4 du thallium. Sur 168 minerais de diverses catégories examinés, 68 renfermaient du gallium, 30 de l'indium, 17 du thallium. L'auteur pense que, dans les minerais, les différents métaux se groupent suivant la loi du système périodique.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 4 Février 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **W. Binder** : Les ondulations des courbes planes C_4^4. — M. **R. Daublebsky von Sterneck**: Sur un théorème de la théorie additive des nombres.

2° Sciences physiques. — M. **R. Andreasch** a obtenu, par réaction de l'acide citraconique sur la thiourée, l'acide thiohydantoïnpropionique $C^6H^8Az^2SO^3$, identique avec l'acide citraconthiocarbamique de Pike. L'auteur étudie les principales réactions de cet acide. L'acide maléique bromé donne avec la thiourée l'acide déhydrothiohydantoïnacétique $C^5H^4Az^2SO^3$. — M. **J. Zehenter** : Contributions à l'étude des chromates doubles.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Rethi** a étudié les vibrations des cordes vocales dans les différents registres, par l'exploration du larynx au moyen de la méthode stroboscopique. — M. **C. Diener** a trouvé, dans le calcaire à *Bellerophon* du sud du Tyrol un Orthocère du groupe de l'*Orthocerata annulata* et trois ammonites du genre *Lecanites* Mojsisovics.

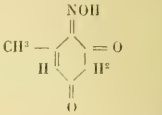
Séance du 11 Février 1897.

1° Sciences physiques. — M. **E. von Mojsisovics** communique les premiers travaux de la Commission instituée pour l'étude des séismes. — M. **R. Wegscheider** rectifie certaines assertions de M. Murmann relatives à la méthode de l'auteur pour le dosage quantitatif du cuivre industriel.

2° Sciences naturelles. — M. **F. Czapek** a étudié le moyen de transport des substances constitutives dans la plante. Il montre que ce transport n'a pas lieu par le parenchyme, mais bien par le leptome, et dans ce tissu, spécialement par l'intermédiaire des tubes criblés et des cellules cambiformes; les rayons de moelle inclus dans le leptome ont une tout autre fonction. Le transport a lieu par l'intermédiaire du protoplasma vivant et non par celui du courant de sève ; les éléments du leptome morts ou narcotisés par le chloroforme ont perdu leur faculté conductrice. — M. **Wiesner** communique ses études sur la physiologie du *Tæniophyllum Zollingeri*, faites au Jardin de Buitenzorg (Java). Les racines aériennes de cette Orchidée épiphyte croissent avec une extrême lenteur, fait remarquable pour une plante des tropiques. Ces racines s'étendent sur l'écorce du tronc principal des arbres dans une position verticale ; elles ne sont ni géotropiques, ni héliotropiques, ni hyponastiques ; elles ne croissent qu'à la lumière. — M. **S. Schenk** : Sur l'absorption de la nourriture pendant la vie embryonnaire. Les éléments nutritifs arrivent, sous l'influence des mouvements du cœur, dans l'intestin antérieur ; là ils sont divisés et solubilisés de façon à pouvoir être ensuite résorbés.

Séance du 18 Février 1897.

1° Sciences physiques. — M. **F. Henrich** a constaté que la mononitrosoorcine existe sous deux modifications qui paraissent correspondre aux deux formules tautomères suivantes :



Les dérivés de ce corps n'existent que sous une seule forme. — M. **K. Brunner** a préparé au moyen de l'isobutyrylphénylhydrazide la pr-3.3 diméthylindolinone ; ce corps est en relation étroite avec un autre dérivé, préparé par l'auteur en faisant agir le chlorure de zinc alcoolique sur la phénylpropylhydrazine, et qui n'est autre chose que la pr-3.3 diméthylindoline. — M. **F. Blau** étudie l'acide sulfosalycilique provenant de l'oxydation de la sulfosalycilaldéhyde ; le groupe sulfurique est en position para par rapport au groupe hydroxyle. L'acide considéré est analogue à l'acide inconnu qu'on obtient quant on traite la salhydranilide par l'acide sulfurique et qu'on dédouble le produit de la réaction par les alcalis. — M. **E. Murmann** a cherché le poids atomique du cuivre en le faisant passer à l'état d'oxyde d'abord, puis en le réduisant par l'hydrogène. Le cuivre métallique se réduit complètement en oxyde si on observe les précautions suivantes : 1° le cuivre est percé de trous avec une pointe ; le boursouflement qui se produit autour des trous empêche les surfaces d'adhérer les unes aux autres ; 2° on interrompt l'oxydation pendant de longs intervalles de façon que l'oxyde formé se détache de la surface du cuivre quand il se refroidit. Le poids atomique trouvé est de 63,53.

2° Sciences naturelles. — M. **Von Ebner** communique ses recherches sur les extrémités des papilles du goût.

ERRATUM. — Nos lecteurs ont certainement compris qu'une coquille avait altéré le pourcentage exact de la mortalité par tuberculose dans le tableau qu'en a donné notre collaborateur, M. le Dr Petit (*Revue* du 15 mars dernier, page 90). Les chiffres des décès par tuberculose portés au tableau sont donnés pour 10.000 et non pour 1.000 comme il a été imprimé par erreur. — Dans le même article, au lieu de « Les spores des bacilles peuvent ensuite germer », lire : « Les germes morbides peuvent ensuite proliférer ».

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Élection à l'Académie des Sciences de Paris. — Le 5 avril dernier, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans sa Section d'Astronomie en remplacement du regretté F. Tisserand.

La Section avait présenté :

En première ligne : MM. Bigourdan, Perrotin et Radau;

En deuxième ligne : MM. Deslandres, Hamy (Maurice) et Puiseux.

Le premier tour de scrutin ayant abouti à un ballottage, la lutte s'est concentrée, au deuxième, entre les deux candidats sur lesquels venaient de se porter le plus de voix. M. Radau obtint alors 37 suffrages et M. Bigourdan 22. En conséquence, M. Radau a été déclaré élu.

L'œuvre scientifique du nouvel académicien est considérable : elle se rapporte principalement à l'Astronomie mathématique, c'est-à-dire à la Mécanique céleste, aux calculs de l'Astronomie stellaire et des équilibres planétaires. On lui doit aussi une étude remarquable de la réfraction atmosphérique, faite surtout en vue d'apporter une extrême précision à la correction des observations astronomiques.

Ces austères recherches n'ont pas empêché l'auteur d'écrire pour un public plus étendu que celui des astronomes. Les articles de vulgarisation qu'il a donnés à la *Revue des Deux Mondes* sur divers sujets d'Astronomie et de Physique, — l'Astronomie stellaire, la Spectroscopie, etc., — soutiennent la comparaison avec les plus belles pages d'Arago. C'est donc à la fois un savant éminent, doublé d'un écrivain de grand talent, que l'Académie vient de s'adjoindre.

Élection d'un savant français à l'Académie des Sciences de Turin et à l'Académie des Sciences de l'Institut de Bologne. — Deux Académies étrangères, célèbres parmi les Sociétés savantes de l'Europe, l'Académie des Sciences de Turin, et, centre particulier d'études mathématiques, l'Académie des Sciences de l'Institut de Bologne, viennent chacune de décerner à M. Emile Picard, membre de l'Académie des Sciences de Paris, un éclatant hommage. Désirant marquer la très haute estime en laquelle elles tiennent l'œuvre mathématique de notre éminent collaborateur, ces deux Compagnies ont voulu, l'une et l'autre, le compter au nombre de leurs membres.

Cette double élection, dont notre savant compatriote vient d'être l'objet, fait honneur aussi au libéralisme scientifique des Italiens, si attentifs aux travaux des savants français et toujours empressés à leur rendre justice.

§ 2. — Nécrologie

Antoine d'Abbadie. — Antoine d'Abbadie, dont nous avons récemment annoncé la mort, était né à Dublin en 1810 ; mais, Basque d'origine et Français de nationalité, c'est surtout en France qu'il vécut quand son humeur aventureuse ne l'entraînait pas hors d'Europe. Il est entré à l'Académie des Sciences en 1867, alors que l'Académie, modifiant son règlement, décida de porter de trois à six le nombre des membres de sa Section de Géographie et Navigation. Cette élection récompensait deux sortes de travaux : les uns, relatifs aux méthodes géodésiques, relèvent des sciences astronomiques; les autres, consacrés à l'exploration de l'Ethiopie, sont du ressort de la Géographie physique et de la Géographie politique. Deux ordres de compétences étant nécessaires pour les juger, nous avons demandé la présente Notice à un géodésien et à un géographe. (*Note de la Direction.*)

I. — Le Géodésien et l'Astronome.

Peu de voyageurs laisseront le souvenir d'un géographe expérimenté, comme l'a été Antoine d'Abbadie. Son exploration de l'Ethiopie est un modèle de ce que peut fournir à la science géographique le savoir et la conscience alliés à la volonté, au courage et à l'abnégation.

D'Abbadie n'avait pas vingt ans quand il conçut le projet de parcourir l'Afrique orientale, où, dit-il, « l'étude des langues, des religions, de la littérature, aussi bien que des constitutions politiques et législatives paraissait devoir offrir des particularités dignes d'intérêt,

ces régions étant restées isolées de l'état stagnant ou décrépit de l'Orient comme de l'élan progressif de l'Europe ».

Il passa d'abord près de six années à étudier les sciences nécessaires pour voyager avec fruit, et il était sur le point de partir quand Arago lui demanda d'aller observer les variations de l'aiguille aimantée au Brésil (1836). Ce voyage à peine terminé, il s'embarque pour l'Égypte, où l'attendait son frère Arnauld (1837), et fait d'abord une reconnaissance rapide jusqu'à Gondar; puis il rentre en France (1839), s'outille d'instruments et repart quelques mois après. Cette fois, le voyage dure dix ans (1839-1849); il nous a valu une exploration scientifique des plus complètes de l'Ethiopie.

Ce qui caractérise l'œuvre de d'Abbadie, c'est sa méthode d'observation. Ce savant s'était rendu compte du peu de précision qu'offrent les positions géographiques indépendantes, c'est-à-dire celles qui sont obtenues par l'observation directe des astres avec des instruments de campagne et dont les meilleures ne sont exactes qu'à un ou deux kilomètres près. Il a imaginé la *géodésie expéditive*, qui consiste à former un enchaînement de triangles, lesquels sont plus ou moins bien conformés, mais permettent de recouper tous les signaux naturels qu'on découvre des stations improvisées sur les hauteurs où l'on a pu s'arrêter. Cette méthode donne une précision dix fois supérieure à celle des positions indépendantes et elle offre des ressources précieuses de vérification. D'Abbadie a établi ainsi en Ethiopie un réseau qui embrasse 8°32′ de latitude sur 3° de longitude et fournit les positions de 857 points. Ses observations ont été faites avec un petit théodolite, l'instrument à la fois le plus pratique et le plus précis en voyage, qu'il a même perfectionné en maintenant la lunette parallèle au limbe horizontal; cette lunette, tournant sur elle-même, peut être pointée, grâce à l'interposition d'un prisme, en avant de l'objectif, sur tout objet en azimut et en hauteur; il a constitué ainsi un appareil nouveau, auquel il a donné le nom d'*Aba*.

L'ouvrage de d'Abbadie, intitulé *Géodésie de l'Ethiopie*, devrait être le guide de tous nos voyageurs. Ceux-ci y trouveront, non seulement l'exposé des méthodes d'observation et de calcul, mais les conseils les plus autorisés sur la pratique des explorations. C'est un précieux service que ce savant a rendu à la science géographique que d'avoir frayé la voie à suivre par les explorateurs vraiment soucieux de rapporter des documents capables de contribuer efficacement au développement de nos connaissances sur les régions qu'ils parcourent.

Esprit très original, très chercheur, d'Abbadie ne s'était pas cantonné dans la géodésie expéditive. Il fut également astronome à ses heures. Il alla observer une éclipse de soleil en Norwège (1851), une autre en Espagne (1860); il fut aussi le chef d'une des Missions de l'Académie des Sciences, chargée d'observer aux Antilles le passage de Vénus sur le Soleil (1882).

Son château d'Abbadia, près d'Hendaye, dont il a fait don à l'Académie et où il passait six mois de chaque année, renferme un véritable observatoire pour les recherches astronomiques et physiques qu'il poursuivait; c'est là qu'il étudiait, en particulier, depuis longtemps les variations périodiques de la déviation de la verticale.

Sa passion pour toutes les choses intéressant la Géodésie de voyage nous a valu l'introduction en France d'une nouvelle méthode pour la mesure rapide des bases géodésiques : la méthode Jäderin, qui paraît appelée à rendre les plus grands services dans les opérations de campagne.

Rappelons, en terminant, que d'Abbadie a fait de nombreuses et savantes publications sur la Météorologie, la Linguistique et l'Ethnographie des contrées qu'il a explorées; ces mémoires forment un ensemble qui met en relief la variété de ses connaissances profondes.

Colonel Bassot,
de l'Académie des Sciences.

II. — L'explorateur de l'Éthiopie.

Antoine d'Abbadie partit pour l'Ethiopie en 1837, à l'âge de vingt-sept ans. Depuis sa sortie du collège, il projetait une exploration en Afrique. Indifférent aux contrées du Soudan occidental, qui lui paraissaient habitées par des barbares, il jeta son dévolu sur l'Ethiopie pour plusieurs motifs. Il était curieux de l'antique civilisation de ce pays, avec laquelle ses lectures assidues des voyages de l'Ecossais Bruce l'avaient déjà familiarisé. Catholique très fervent, « sachant (ce sont ses propres expressions) que le temps avait altéré la foi des chrétiens du Tigré et de l'Amara, il se proposait de travailler à la rétablir ». Enfin il espérait découvrir en Ethiopie « la solution du problème des sources du Nil », question qui, à cette époque, primait toutes les autres dans les préoccupations des géographes.

Il arriva à Gondar, le 28 mai 1838, en compagnie d'Arnauld d'Abbadie, son frère. Arnauld et Antoine ont voyagé en Ethiopie en même temps, mais rarement ensemble. Il existait entre leurs caractères des différences très marquées. « Né pour commander, dit Antoine, mon frère prenait son parti rapidement et s'exprimait sur un ton qui n'admettait pas la contradiction..... Ma manière était toute différente : au lieu de surmonter hardiment l'obstacle, je trouvais qu'il était plus facile de le tourner. »

Néanmoins, et bien qu'ils aient travaillé sur le même terrain beaucoup plus simultanément qu'en collaboration, leurs noms resteront unis dans l'histoire de l'exploration de l'Afrique.

Son voyage de Massaoua à Gondar avait prouvé à Antoine d'Abbadie qu'il était insuffisamment armé pour procéder à des relevés topographiques précis. Il revint en France pour se pourvoir de bons instruments.

En 1840, il était de retour dans la mer Rouge. Il séjourna longtemps sur la côte orientale d'Afrique, cherchant à pénétrer dans l'intérieur par des routes non frayées, à gagner le Harrar de Berberah, ou le Choa de Tadjoura. Mais toutes les portes se fermant devant lui, il vint à Gondar par la voie ordinaire (juin 1842). Dès lors il commença à travers l'Ethiopie, du nord au sud, de l'est à l'ouest, ses longues courses, dont témoignent les lignes multiples d'itinéraire, qui s'entrecroisent sur sa carte.

Il passa l'année 1843 dans l'Inarya, sur la rive gauche de l'Abaï ou Haut-Nil Bleu.

Il y conquit la faveur d'un chef, qui lui ouvrit l'accès du Kaffa, pays isolé et fermé, où aucun Européen n'avait encore pénétré. Il figura dans une mission chargée par ce chef d'aller lui chercher à Bonga, en Kaffa, sa douzième femme. D'Abbadie partit pour le Sud avec mille hommes d'escorte, porteurs des cadeaux destinés à la fiancée.

De 1843 à 1846, il voyagea entre l'Inarya et Gondar, et fit des séjours prolongés dans le Godjam. Ses courses dans l'Est le conduisirent jusqu'au rebord oriental du plateau éthiopien.

L'année 1847 fut consacrée à l'exploration de l'Agamé et 1848 à celle du Simen, où il fit l'ascension du Ras Dajan, dont l'altitude atteint 4.600 mètres.

A cette époque, M. Charles d'Abbadie, inquiet d'être depuis longtemps sans nouvelles de ses frères, partit à leur recherche.

Comme, en arrivant à Massaoua, il était muni d'un firman de recommandation très pressant de Méhémet-Ali, pacha d'Egypte, qui, malgré sa défaite diplomatique de 1840-1841, exerçait encore une action prépondérante dans la mer Rouge, l'aga turc se mit avec grand zèle en quête d'information. M. Charles d'Abbadie sut où étaient ses frères et les rejoignit. En sa compagnie, Antoine d'Abbadie quittait définitivement Massaoua et l'Ethiopie le 4 octobre 1848.

Pendant ces voyages, il fut aux prises avec de graves difficultés et entouré de dangers.

Il traversa parfois des districts où la lèpre est si répan-

due qu'on n'y demande pas, lors des pourparlers matrimoniaux, s'il y a de la lèpre dans la famille, car on n'en doute pas, mais seulement s'il y en a beaucoup. M. d'Abbadie me racontait les angoisses dans lesquelles la crainte d'avoir contracté la lèpre l'avait une fois jeté. Par charité, il avait pris comme secrétaire un lépreux, qui souffrait tellement qu'un jour, par espoir de soulagement, il lui arriva de se couper une phalange d'un doigt. M. d'Abbadie lui avait fait cadeau d'une de ses chemises. Or, un soir, celui-ci la déposa par mégarde dans la case, sur la pierre où était généralement placée la chemise de nuit de son maître. M. d'Abbadie, se couchant à tâtons, vu que dans ce pays tout mode d'éclairage fait défaut, prit la chemise et la revêtit, d'autant plus sûr que c'était la sienne qu'elle portait le petit rabat, insigne des lettrés. Mais quelle ne fut pas sa stupeur, quand, au jour, il reconnut qu'il avait dormi dans la chemise du lépreux. Il se voyait déjà atteint de l'horrible maladie et dans l'impossibilité de retourner en Europe. Il s'était heureusement alarmé trop vite : « Je passai une rivière à la nage, disait-il en concluant, j'entrai dans une contrée où la lèpre est presque inconnue, et j'oubliai mes vaines terreurs. »

Il connut encore d'autres soucis. Les guerres civiles, qui vers 1840 sévissaient en Ethiopie, l'obligèrent souvent à des arrêts prolongés, à d'immenses détours. Les populations ne lui étaient pas toujours favorables. Dans le Djimma, il dut rester caché des semaines dans une hutte isolée au milieu des bois, car un explorateur anglais avait tué un notable Djimma et les habitants, par représailles, avaient juré la mort de tout voyageur blanc.

D'Abbadie triompha de toutes ces difficultés et de bien d'autres par la patience, la persévérance et la résolution.

A aucune époque de sa vie, il ne fut un homme pressé. Il réussissait à lasser des gens, pour qui cependant le temps n'a pas de valeur. Il ne redoutait pas les conversations interminables avec les indigènes, dans lesquelles il est question de tout, de la pluie, de l'herbe qui pousse, du bétail qui engraisse, dans lesquelles on échange des niaiseries pendant des heures avant d'arriver au véritable sujet de discussion. Il est resté plus de dix ans de son existence en Ethiopie, revenant sur ses pas, recoupant ses itinéraires. Il se plaisait à dire : « J'aime les voyages lents. » Il différait donc complètement de nos explorateurs contemporains, qui traversent une contrée à la hâte, bien plus qu'ils ne l'étudient à loisir. La figure graphique de leurs voyages est un trait fin et continu qui coupe en deux le blanc de la carte. Un réseau aux mailles irrégulières mais serrées, couvrant toute la superficie du pays, telle est l'image de ceux de d'Abbadie.

Je me plais à m'imaginer que d'Abbadie, qui s'était fait de la persévérance une règle de conduite, devait parfois se comparer à un personnage dont il connaissait bien l'histoire, puisque c'est un saint vénéré en Ethiopie, saint Yared, qui, lui aussi, réussit par l'effort continu. Yared en sa jeunesse était un mauvais écolier. Un jour qu'il ne savait pas ses psaumes, il fut battu. Il se sauva, maudissant les maîtres et ce qu'ils enseignent. Cependant, s'étant arrêté dans la campagne devant un arbre, son attention fut captivée par le manège singulier d'un insecte. Il le voyait grimper sur le tronc de l'arbre, tomber à terre, puis reprendre son ascension, retomber de nouveau, recommencer, et ainsi de suite plusieurs fois, sans lassitude, tant qu'enfin l'insecte ayant atteint une feuille, évidemment objet de ses désirs, s'arrêta et la mangea.

Ce fut pour Yared un trait de lumière. Il se remit à l'étude avec acharnement, inventa le plain-chant si original des Ethiopiens, ainsi que leur poésie sacrée et fut considéré comme un grand homme de son vivant avant de passer pour un saint après sa mort.

De même d'Abbadie prouva, par sa persévérance, qu'il était inaccessible au découragement; il savait bien qu'on glisse plusieurs fois de l'arbre avant d'atteindre la haute branche que d'en bas on a avisée et de s'y établir solidement.

Sa façon de voyager fut très originale. Il se départit des habitudes européennes, pour adopter celles de l'Ethiopie. Il prit la profession de *mamhir*, c'est-à-dire de savant. Il fréquenta les écoles de Gondar, y fit des amis, s'y lia, en particulier, avec ce doux Tawalda madhin, qu'il emmena ensuite en pèlerinage à Jérusalem. Bien loin de railler les coutumes des indigènes, il affecta de s'y conformer, si contraires qu'elles fussent à celles de France. Il évitait donc de se promener les mains derrière le dos, car cette attitude est considérée en Ethiopie comme un signe de démence; il ne buvait pas d'eau, car les personnages de qualité n'en font pas usage; il marchait pieds nus, car il faut être un rustre ou un lépreux, pour se chausser de sandales.

Si l'on en juge par les résultats, sa méthode n'était pas mauvaise. Toute la partie méridionale de l'Ethiopie était complètement inconnue avant ses explorations, et il contribua à donner des notions bien plus précises sur les régions du Godjam, de Gondar et du Tigré dans lesquelles il avait eu des prédécesseurs. Sa carte d'Ethiopie, publiée en dix feuilles de 1862 à 1869, est incomparablement supérieure aux travaux analogues de ses devanciers. Il crut même avoir fait une découverte considérable. Il pensa que la rivière Uma constituait le cours supérieur du Nil Blanc. Il défendit cette opinion avec une extrême ténacité. Cette conception était erronée. On sait que Speke a tranché la question de l'origine du Nil Blanc. Quant à l'Uma, on a tout lieu de croire, depuis les explorations de M. Borelli et du comte Teleki, qu'elle se déverse dans le lac Rodolphe.

Il a déterminé huit cents positions, tant par la géodésie expéditive, que par des détails de route et des croquis sur place.

Néanmoins la topographie ne l'occupait pas exclusivement, il s'intéressait à tout dans le pays qu'il visitait, comme en témoigne la variété des études qu'il publia plus tard : *La procédure en Ethiopie*, *Sur les Oromo ou Galla*, *Mémoire sur le tonnerre en Ethiopie*, *etc.*

Les questions de philologie avaient pour lui un attrait particulier. Dès son arrivée en Ethiopie, il se mit à l'étude des langues du pays, et il y fit de rapides progrès. Ses connaissances lui permirent de rédiger un dictionnaire *amarinna-français*. En 1698, Ludolf avait publié un dictionnaire amarinna-latin, et Isenberg, en 1841, un dictionnaire amarrina-anglais. Celui de d'Abbadie est non seulement plus riche, mais encore plus exact, attendu que l'auteur a séparé beaucoup plus rigoureusement que ses prédécesseurs les termes *geez* ou de la langue liturgique, des mots *amarinna* ou de la langue vulgaire.

Le goût très vif qu'il avait pour la philologie se manifeste encore dans ses constantes recherches des manuscrits éthiopiens. Il réussit à rassembler cette belle collection, dont il a publié le *catalogue raisonné*, qui comprend plus de deux cents pièces et balance en intérêt les plus réputées des collections publiques.

Toutefois quand on étudie l'œuvre tout entière de d'Abbadie, on sent bien qu'il y manque quelque chose. Il est, en effet, très regrettable qu'il n'ait pas laissé un exposé cohérent et méthodique de ses voyages et de leurs résultats analogue à l'*Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar* que publie M. Grandidier, ou aux *Reisen in Afrika* de Junker. Grâce à la collaboration assidue, au travail énorme de M. Radau, qui a contrôlé ses calculs, d'Abbadie a fait paraître en 1873 sa *Géodésie d'Ethiopie*. Mais tous les autres documents qu'il a rapportés sont dispersés en une quantité de mémoires insérés eux-mêmes dans des recueils très variés.

Quand il sentit l'âge venir, il publia ce singulier volume intitulé : *Géographie de l'Éthiopie, ce que j'ai entendu faisant suite à ce que j'ai vu*. Mais ce sont des notes sans liaison, c'est la matière d'un ouvrage, non cet ouvrage, qu'on attendit toujours et en vain.

Néanmoins, d'Abbadie laissera un grand nom dans l'histoire de l'exploration de l'Afrique au XIXe siècle. Les études sur l'Éthiopie qui avaient brillamment commencé dans la seconde moitié du XVIe siècle et qui furent interrompues au XVIIe, à la suite de l'expulsion des missionnaires catholiques, reprises par Bruce en 1770, ne furent plus interrompues. Parmi les explorateurs qu'attira ce pays depuis 1830, Salt, Ruppel, Ferret, Galinier, Combes et Tamisier, Lefebvre, Krapf, Beke, de l'aveu même des géographes étrangers, d'Abbadie tient le premier rang.

Son œuvre est durable. Reposant sur des observations exactes, elle a la solidité des vérités mathématiques. Elle résistera aux efforts du temps, comme résiste sur le plateau d'Éthiopie cette civilisation chrétienne, que depuis des siècles battent en vain les flots de l'Islam. **Henri Dehérain.**

§ 3. — Sciences physiques

Science et sophisme en Chimie. — Un chimiste éminent, M. A. Wilde, membre de la Société Royale de Londres et actuellement président de la *Manchester Literary and Philosophical Society*, vient d'adresser à M. Berthelot, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, la très intéressante lettre que voici :

« Monsieur,

« Diverses considérations m'engagent actuellement à me mettre en communication avec l'Académie, dans le but de stimuler de nouvelles investigations dans les Sciences physico-chimiques, et de faire disparaître quelques-uns des obstacles qui entravent leurs progrès.

« L'un de ces obstacles, qui appelle la sérieuse attention des penseurs philosophes, est l'invasion d'une autorité dogmatique dans une science scolastique, pour soutenir des erreurs démontrées et des méthodes erronées d'observation et d'expérience.

« Il sera suffisant, pour l'objet que j'ai actuellement en vue, de citer le système périodique des éléments chimiques, comme un exemple de l'abus d'autorité dans une branche de la Science où vous occupez un rang si distingué.

« J'ai à vous exprimer mes regrets que vos vues au sujet de la prétendue loi périodique ne soient venues que récemment à ma connaissance; sans cela, je m'y serais référé dans mes travaux généraux sur les relations numériques des poids atomiques.

« Quoique vous ayez clairement indiqué, Monsieur, dans vos *Origines de l'Alchimie*, les sophismes et les contradictions inhérents à ce système, et que vous ayez également montré que la prédiction de l'existence et des propriétés des éléments inconnus n'a aucune relation nécessaire avec la prétendue loi périodique; cependant, ce système a depuis été imposé aux personnes qui s'occupent de Science, par les Sociétés scientifiques et les Corps enseignants, comme une vérité naturelle d'une autorité indiscutable.

« Je n'ai pas besoin de vous rappeler que l'état actuel de la Chimie théorique, en raison de la reconnaissance formelle de ce dogme, est réellement déplorable.

« Les savants qui aspirent à se distinguer dans la Chimie et dans la Physique estiment qu'il est nécessaire de donner des preuves de leur croyance personnelle, en tâchant de montrer la corrélation de leurs propres travaux, sur des points particuliers, avec le système périodique, et ils évitent toute référence aux proportions multiples des poids atomiques comme à une dangereuse hérésie.

« Beaucoup de ces néophytes, de même que certains auteurs de Manuels, ne peuvent se faire une idée, ou ignorent la signification de l'idée, de la périodicité, telle qu'elle est définie par de Chancourtois, Newlands et Mendeleeff dans leurs Mémoires respectifs; ils appliquent l'expression impropre de *loi périodique* :

« 1° A la progression de propriétés antérieurement connues, observables dans les familles naturelles des éléments;

« 2° A la corrélation avec les poids atomiques de propriétés physiques et chimiques établies depuis longtemps;

« 3° A la progression bien connue des propriétés physiques dans les séries homologues des composés organiques.

« Par suite, le danger, pour les progrès futurs de la Chimie théorique, est que, lorsque l'idée illusoire d'une spiro-périodicité des propriétés analogues des éléments sera universellement abandonnée, le nom impropre de *loi périodique* est exposé à prendre dans la Science un caractère parasite; de la même façon que cette autre expression impropre : *esprit lunatique*, avec ses dérivés, subsiste encore dans la civilisation moderne, comme une survivance de la Physiologie mentale barbare des âges passés.

« Heureusement pour l'avenir de la Philosophie chimique, que l'esprit de Dumas vit encore dans les esprits de la plupart des chimistes français, qui ne reconnaissent aucune autre autorité que la vérité de la nature, telle qu'elle se présente à l'entendement, et qu'ils sont par là exempts de l'illusion de la prétendue loi périodique.

« En reconnaissance des nombreux profits que j'ai retirés de la Science française, tant pure qu'appliquée, j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie la somme de £ 5.500 = 137.500 francs pour être placée en rente française; l'intérêt provenant de cette somme devra être appliqué à la fondation d'un prix de *quatre mille francs*, à décerner tous les ans à l'auteur d'une découverte ou d'un ouvrage quelconque en Astronomie, Physique, Chimie, Minéralogie, Géologie et Mécanique qui, au jugement de l'Académie, sera estimé le plus méritant.

« L'attribution de ce prix sera internationale et pourra être rétrospective.

« Je suis, Monsieur, votre tout dévoué

« A. Wilde. »

Cette lettre, — curieux exemple des tendances de la science anglaise, soucieuse, avant tout, de ne jamais perdre de vue les faits sous l'appareil des systèmes, — offre à divers égards un haut intérêt. Il importe, croyons-nous, de souligner le sentiment de particulière bienveillance dont elle témoigne à l'égard de la France. Ce sentiment est, en effet, celui de presque tout le *monde scientifique* de la Grande-Bretagne. Non seulement les savants anglais, écossais et irlandais ont soin, dans leurs écrits, de rendre, avec une scrupuleuse loyauté, toute justice aux travaux de leurs confrères étrangers, mais, de plus, c'est avec une évidente sympathie qu'ils jugent notre génie national et goûtent le caractère particulier que ce génie imprime à nos méthodes de recherche et d'exposition. Les quelques Français qui connaissent *bien* le monde scientifique d'outre-Manche s'accordent à le reconnaître. On ne saurait trop dire à nos compatriotes, et il semble utile d'indiquer ici, que c'est surtout par le contact et l'union amicale du monde scientifique français avec la société scientifique anglaise, que le bon accord politique de la France et de la Grande-Bretagne aura chance de s'affermir et de durer. **Louis Olivier.**

Dotations scientifiques. — Nous annoncions dans la dernière livraison de la *Revue* que MM. Solvay et Cie avaient mis à la disposition de M. A. Haller, directeur de l'Institut Chimique de Nancy, la somme de *cent mille* francs pour aider à la création d'un Institut de Chimie physique et d'Electro-Chimie à l'Université de Nancy. Aujourd'hui nous avons le plaisir d'ajouter que M. Rogé, directeur-administrateur des Hauts Fourneaux de Pont-à-Mousson, vient de promettre un don de *dix mille* francs pour le nouveau laboratoire d'Electro-Chimie.

D'autre part, les verreries de Vallerystahl (Alsace) et

Portieux (Vosges) réunies ont mis à la disposition de M. Bichat, doyen de la Faculté des Sciences de Nancy, *dix mille* francs pour transformer les laboratoires de Physique actuels de la Faculté en un grand Institut de Physique. Dans le même but, MM. Renaud et Cie, banquiers à Nancy, se sont inscrits pour une donation de *mille* francs.

Voilà donc enfin, espérons-le du moins, l'amorce d'un mouvement qu'il va falloir s'efforcer de propager, de l'Est, où il a pris naissance, sur toute l'étendue du territoire français.

§ 4. — Industrie

Comité de Consultations industrielles. — En annonçant, le 28 février dernier, la constitution de notre *Comité de consultations industrielles*, chargé d'examiner d'une façon régulière les demandes de nos abonnés relatives à des questions techniques, et de « désigner au demandeur un collaborateur de la *Revue* particulièrement apte à le renseigner », nous avons omis d'indiquer que ce service serait *absolument gratuit*.

C'est, en effet, à titre gracieux, que la *Revue* entend obliger ses abonnés. Plusieurs lui ayant offert des honoraires à ce sujet, elle s'excuse près d'eux de ne point les accepter.

La *Revue* tient aussi à demeurer étrangère aux transactions à intervenir entre les parties en cas d'études exigeant une rémunération. Son rôle est d'indiquer au demandeur le spécialiste qui lui paraît le mieux en situation de le conseiller, et son entremise se borne à transmettre à ce collaborateur la demande de renseignement. C'est aux intéressés à s'entendre par la suite, s'il y a lieu.

§ 5. — Géographie et Colonisation

Éducation scientifique des voyageurs naturalistes. — On sait que depuis deux ans a été institué au Muséum un enseignement nouveau, spécialement destiné aux explorateurs. M. A. Milne-Edwards, directeur du Muséum, avait pensé, en effet, qu'il importait d'apprendre aux voyageurs français à la recherche de voies nouvelles dans les pays inconnus, les règles d'hygiène à y observer, la façon d'étudier le sol, la faune et les races humaines des régions qu'ils parcourent. Le succès de cette intelligente entreprise en ayant démontré l'évidente utilité, tout le personnel enseignant du Muséum a été mis à contribution pour développer davantage encore l'œuvre commencée. Cette année des conférences seront faites plus spécialement à l'intention des naturalistes désireux de voyager dans des pays peu connus et de les explorer dans un but scientifique. Voici le programme des cours pour 1897:

27 avril.	Leçon d'ouverture	Milne-Edwards.
29 —	L'homme en Zoologie	Hamy.
1er mai.	L'homme dans son industrie	Verneau.
4 —	L'homme et les sociétés	Cheysson.
6 et 8 —	Mammifères et Oiseaux	E. Oustalet.
11 —	Reptiles et Poissons	L. Vaillant.
13 —	Mollusques	E. Perrier.
15 —	Vers et Zoophytes	Bernard.
18 —	Arachnides, Crustacés	Bouvier.
20 —	Insectes	Ch. Brongniart.
22 —	Anatomie comparée	H. Filhol.
25 —	Plantes phanérogames	E. Bureau.
29 —	Plantes cryptogames	Morot.
1er juin.	Plantes vivantes	Bois.
3 —	Géologie	Stan. Meunier.
5 —	Minéralogie	Lacroix.
8 —	Paléontologie	Gaudry.
10 —	Hygiène des voyageurs	Grehant.
12 —	Météorologie	H. Becquerel.
15 —	Détermination du point en voyage	Bigourdan.
15 —	Notions sommaires de Géodésie et de Topographie	—
19 —	Photographie en voyage	Davanne.
22 —	La photographie dans la construction des cartes et plans	Cnel Laussedat.

La France dans le détroit de Bab-el-Mandeb; Cheikh-Saïd. — Il est question d'occuper fortement le territoire de Cheikh-Saïd, que nous possédons sur la côte arabique du détroit de Bab-el-Mandeb, en face de l'île anglaise de Périm (fig. 1 et 2, page 290). Quelle est donc pour notre pays l'utilité de ces nouvelles dépenses coloniales?

On ne doit pas se dissimuler que Cheikh-Saïd ne sera jamais un établissement d'exploitation commerciale. Le sol, de nature volcanique, y serait fertile; mais le climat n'y permet qu'un nombre restreint de cultures. Par ses chaleurs excessives (+ 30° C. en moyenne), par les violentes et irrégulières ondées que lui amènent la mousson d'été ou les vents hivernaux du N., le Tihamma, dont cette petite contrée fait partie, rappelle tantôt le Sahara, tantôt les « terres chaudes » du Mexique. Le café était naguère encore cultivé en terrasse, dans des conditions exceptionnelles, sur les versants voisins, qui s'étagent au N.-E., dans l'Yemen jusqu'à Sana (2.200 m.); et le trafic important né de ce chef eût pu être à la rigueur dévié de Moka et Hodeïda vers Cheikh-Saïd, qui possède une assez bonne rade. Mais, depuis 1850, le café n'est presque plus demandé à l'Arabie, et ce sont le Brésil, les îles de la Sonde, l'Amérique centrale, les Antilles et l'Inde anglaise qui fournissent à la consommation pour 95 %. A côté du café, les autres produits de la région de Cheikh-Saïd, gommes, aromates, plantes tinctoriales, sont insignifiants. La population est fort peu dense (moins de 10 habitants au kilomètre carré) et a très peu de ces besoins qui permettraient d'y espérer le placement d'objets manufacturés.

Mais Cheikh-Saïd peut devenir, à meilleur titre que Périm, nue, déserte et inhospitalière, une escale sur la grande voie de navigation d'Europe en Orient par Suez. On sait que cette route maritime est déjà la plus fréquentée du monde, et que le commerce français, quoique heureusement battu en brèche par des rivaux récents, y occupe encore une des premières places. Le chemin, ouvert en 1869 par le percement de l'isthme de Suez, a hérité de l'antique importance des routes du Caire-Alexandrie, du golfe Persique, même de la mer Noire; il raccourcit de plus de 1/3 le trajet par eau de l'Europe occidentale à l'Inde; surtout, les pays situés sur le pourtour de cette mer et sur la face O. du Pacifique, auxquels il mène, les plus riches du monde en population et en marchandises de toutes sortes, sont plus indispensables que jamais aux nations européennes, depuis que les Amériques se ferment à leur trafic. Deux chiffres traduisent avec éloquence cette situation privilégiée : le tonnage net du détroit de Bab-el-Mandeb, qui fut de 6.000 tonneaux en 1869, est monté en 1895 à 8.100.000 tonneaux. Sur ce total, la meilleure part, 6.062.587 tonneaux, revient à la Grande-Bretagne, qui a la plus nombreuse marine, le plus vaste empire colonial en Orient, et que la prise de possession déguisée de l'Egypte, comme l'annexion d'Aden, ont mise en excellente posture dans ces parages. Vient au second rang, avec 693.000 tonneaux, l'Allemagne, qui n'en avait que 213.000 en 1883, mais dont la flotte et les ambitions commerciales s'accroissent à mesure que se développent son industrie et ses besoins. La France n'arrive qu'ensuite avec 672.000 tonneaux, avant la Hollande, l'Autriche-Hongrie et l'Italie. Elle a donc sur cette voie une position à reconquérir, des relations plus actives à nouer avec ses colonies d'Afrique et d'Asie; et elle y serait grandement aidée par la possession à Cheikh-Saïd d'une escale qui aurait l'avantage de se trouver moins éloignée qu'Obock et Aden du chemin suivi par les paquebots.

Enfin Cheikh-Saïd a, par sa situation et son relief, des qualités stratégiques de premier ordre. Or, c'est précisément à des préoccupations militaires que les puissances ont surtout obéi en s'installant dans le voisinage du détroit de Bab-el-Mandeb, l'Angleterre à Périm et Aden en 1837 et 1839, sur la côte somali en 1884, la France à Obock en 1882 et à Tadjourah en 1884, l'Italie à Assab en 1882. Chacun veut surveiller la route du câble et des vaisseaux de guerre ou de grand

commerce; chacun veut, en cas d'hostilités, gêner le trafic de l'ennemi en défendant le sien, et se ménager des abris qui soient en même temps des postes de ravitaillement. Quoi que nous ayons tenté depuis quinze ans, les Anglais sont aujourd'hui les maîtres du passage : à défaut de Périm, ils ont fait d'Aden, non seulement l'entrepôt de toute l'Arabie et de la côte somali, mais encore une escale et une position stratégique sans rivale sur la route d'Orient. C'est un avant-poste de l'Inde, relevant de la présidence de Bombay, et dont Périm est comme la sentinelle de jonction avec l'Egypte; l'installation du port modèle de Steamer-Point, de vastes citernes d'eau douce, d'un dépôt de charbon alimenté par Newcastle, la construction de fortifications inexpugnables, ont laissé Obock bien loin en arrière. Nos possessions de la baie de Tadjourah, lieu de sortie naturel des nombreux produits de l'Abyssinie, à laquelle doit les relier un chemin de fer déjà concédé, primeront sans doute un jour Aden au point de vue commercial; mais c'est à Cheikh-Saïd, complément indispensable de ce comptoir, que doit être notre établissement de guerre; c'est là qu'il faut aménager une escale munie d'eau douce et de charbon, et mettre une artillerie capable d'éteindre le feu de Périm, dominée à moins de cinq kilomètres par notre Djebel-Menhali. Le grand voyageur Paul Soleillet, l'acquéreur de Sagallo, avait raison d'écrire dans son « Voyage en Ethiopie » que Cheikh-Saïd serait le « Gibraltar français »; mais la condition essentielle de succès est l'évacuation de l'Egypte par la Grande-Bretagne.

J. Machat.

Fig. 1. — *Le détroit de Bab-el-Mandeb.*

Fig. 2. — *Possessions européennes sur le détroit de Bab-el-Mandeb.* — (F), à la France; (A), à l'Angleterre; (I), à l'Italie; (T), à la Turquie.

LES MANIFESTATIONS DE LA VIE

DÉRIVENT-ELLES TOUTES DES FORCES MATÉRIELLES?

La matière se manifeste à nous par ses propriétés; mais aucune ne semble lui appartenir nécessairement. Des échanges continuels de lumière, de calorique, d'électricité, de puissance mécanique, etc., se font entre les objets matériels, et leur communiquent l'éclat, la couleur, la chaleur, l'élasticité, les mouvements qui les rendent sensibles, mais le *substratum* dont sont formés les corps matériels reste *inerte*, c'est-à-dire incapable d'engendrer de lui-même ni le mouvement, ni aucune des propriétés que revêtent ces corps. « La matière, a dit Claude Bernard, n'engendre pas les phénomènes qu'elle manifeste, elle ne fait que donner à ces phénomènes leurs conditions de manifestation. »

Lorque la matière change d'état, on dit qu'elle est soumise à des forces. La force dynamique, c'est cette cause qui communique aux corps matériels l'aptitude de se transporter dans l'espace avec une certaine vitesse. S'il avait fallu mouvoir à la fois avec la même vitesse, deux, trois objets identiques, il eût fallu deux, trois fois plus de force dynamique. La *quantité de matière*, ou *masse* des corps, se mesure donc par la *capacité dynamique* ou quantité de force mécanique nécessaire pour imprimer à chaque corps une même vitesse[1].

Les *forces matérielles* sont donc les causes qui provoquent les mouvements des objets matériels, ou qui leur communiquent l'aptitude à se manifester à nous par des propriétés sensibles.

Animée, pour ainsi dire, par ces forces, la matière possède l'*énergie*. Un boulet de canon placé dans l'âme d'une pièce d'artillerie est de la matière inerte au repos. Mais que, grâce à la combustion de la poudre, ce boulet soit lancé hors de la pièce, il possédera une énergie mécanique mesurée par $1/2\ mv^2$, formule où m représente la masse du projectile et v sa vitesse. Ainsi chargé sous forme d'énergie de translation de l'énergie qui existait auparavant dans la poudre sous une tout autre forme, ce boulet s'est revêtu d'une propriété nouvelle : il se transporte maintenant devant lui; et si, par une hypothèse, irréalisable il est vrai, tout venait dans le monde à disparaître, excepté lui et nous, nous pourrions penser que la matière de ce boulet a pour caractère de marcher toujours avec la même vitesse en se transportant ainsi devant elle éternellement.

Cette propriété ne serait pourtant qu'une des formes, ou manifestations, des forces auxquelles la matière sert de support; que ce boulet rencontre, en effet, dans sa marche un obstacle mécanique, un mur d'acier suffisamment résistant par exemple, il s'arrêtera brusquement, et l'énergie de translation dont il était animé se changera en énergie élastique ou vibratoire qui, se transmettant à la fois à la substance du boulet et du mur, les échauffera, et cela proportionnellement à la perte d'énergie de translation. C'est ainsi que le mouvement de transport du boulet, se changera en chaleur proportionnelle, de telle sorte que l'énergie ainsi transformée soit équivalente à l'énergie de translation disparue, ou à celle qui était auparavant contenue à l'état de calorique dans le gaz de la combustion de la poudre, elle-même issue de celle qui était emmagasinée dans cette poudre sous forme de potentiel chimique avant la déflagration.

Ainsi, ces quatre formes de l'énergie : énergie chimique de la poudre, énergie calorique des gaz de la combustion, énergie de translation, énergie élastique due à la déformation du boulet et du mur, qui se transforme à son tour dans l'énergie calorique finale au moment du choc ; ces quatre quantités d'énergie, de formes différentes, sont nées les unes des autres, et pourraient au besoin revenir sans perte à l'un quelconque de leurs états antérieurs. Ce sont des formes successives équivalentes de l'énergie.

Les *forces matérielles* se reconnaissent donc à ce qu'elles communiquent à la matière de l'*énergie*, mais avec expresse condition qu'une des formes : chimique, élastique, calorifique, mécanique, etc., de cette énergie venant à apparaître, la forme précédente disparaîtra en quantité équivalente.

Les forces que manifestent les êtres vivants ont-elles toutes ces deux caractères essentiels des forces matérielles? Avant de répondre à cette question, il faut analyser les phénomènes intimes qui se passent dans les tissus et cellules qui, par leur agrégation et leur fonctionnement, forment les êtres doués de la vie.

[1] On voit que, par définition, la *masse* ne mesure la *quantité de matière* que par rapport aux forces dynamiques prises comme étalon de mesure de cette matière. Si l'on prenait un autre étalon, la capacité calorifique ou électrique par exemple, les quantités de matière de deux objets de nature différente, mais de même masse pour le mécanicien, pourraient, mesurées à ce nouvel étalon, être fort différente. On voit aussi que la masse n'est pas une *propriété* de la matière, mais une définition, une mesure de sa quantité.

I

Les organes primitifs des corps vivants sont les *cellules* ou *plastides*, petites unités ou individualités qui généralement réunies en colonies forment les tissus et avec eux les organes complexes. Ces cellules (fig. 1) sont constituées par un noyau contenu dans une vésicule spéciale, le plus souvent complètement enveloppée de *protoplasma*, substance molle, granuleuse, semi-liquide, traversée par des trabécules de forme changeante qui paraissent être le siège d'une active circulation. Comme dans la cellule nerveuse (fig. 2) ou lymphatique, par exemple, les trabécules du protoplasma cellulaire s'étendent fort loin du noyau. Portée par la circulation à chacune de ces cellules, la matière alimentaire, douée d'énergie chimique, ou énergie latente, est transformée suivant les besoins de chaque cellule, soit par dédoublements fermentatifs, soit par hydratation, soit par oxydation, en matériaux nouveaux, dont l'énergie chimique, ou potentiel total, va sans cesse en décroissant. L'énergie ainsi perdue en apparence s'est changée proportionnellement, au sein de la cellule ou en dehors d'elle, en chaleur, travail mécanique, structure d'organes, etc., et l'ensemble de toutes ces énergies, chimiques ou réalisées, est égale à l'énergie introduite par les aliments dans

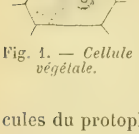


Fig. 1. — *Cellule végétale.*

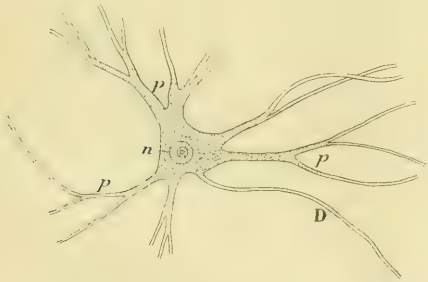


Fig. 2. — *Cellule nerveuse.* — *n*, noyau; *p*, prolongements du protoplasma; D, cylindre-axe.

la cellule, et d'une façon générale dans tout l'individu, avec les aliments et l'oxygène absorbés durant le temps que l'on considère.

L'animal fonctionne grâce aux modifications incessantes des principes qui le composent. De ces modifications résulte une quantité d'énergie qui, de latente, devient actuelle et dont dispose l'être vivant. Mais toujours pour un même cycle de transformations matérielles, les mêmes quantités, ou des quantités équivalentes, de chaleur, travail intérieur ou extérieur, travaux de structure, etc., se manifestent égales à celles qui apparaîtraient si les aliments consommés durant ce temps eussent été brûlés au calorimètre, en donnant les mêmes produits, que l'animal soit amibe, insecte ou homme; qu'il ait été ou non, durant ce temps, le siège d'actes psychiques. C'est en ce sens que M. Berthelot, faisant allusion aux états que manifestent seuls les êtres vivants et qui les caractérisent, a dit : « *L'entretien de la vie ne consomme aucune énergie qui lui soit propre*[1]. »

Nous pourrions tout de suite conclure que puisque la vie ne consomme à se manifester et se transmettre aucune parcelle d'énergie matérielle, elle n'est pas une forme de cette énergie. Mais qu'est-ce que la vie, comment se manifeste-t-elle ? Un être vivant, une cellule vivante assimile, se nourrit et se reproduit; elle *assimile*, c'est-à-dire qu'elle forme des principes semblables à ceux qui la composent avec des aliments qui peuvent ne pas contenir ces principes; elle se *nourrit*, c'est-à-dire se conserve avec sa forme générale tout en passant de l'état jeune à l'état adulte; elle se *reproduit*, c'est-à-dire qu'elle fait naître des êtres semblables à elle-même. Pour diriger ces trois fonctions, elle possède en elle une force, une cause qui règle la succession de ses actes et qui les dirige. Son protoplasma est l'agent et le siège des phénomènes chimiques de sa nutrition, mais le noyau est leur centre directeur. C'est ce qu'ont démontré Nüsbaum, Grübber, Hofer, Verworn, Balbiani, etc., dans leurs expériences dites de *mérotomie*. Que l'on vienne à couper en deux parts une grosse cellule, celle qui forme à elle seule une amibe, par exemple, ou mieux encore de petits infusoires monocellulaires, *Stentor*, *Cyrtostomum*, *Loxodes*, etc., de telle façon qu'une des deux parts comprenne le noyau et que l'autre contienne presque tout le protoplasma (fig. 3). La première, munie de son noyau, n'eût-elle qu'une partie minime de protoplasma, continue à vivre, répare rapidement ses pertes et reforme une cellule entière qui se reproduit bientôt. Au contraire, la partie riche en protoplasma, mais privée de noyau, végète d'abord quelque temps, puis finalement dépérit et meurt. Tandis qu'il est ainsi séparé de son noyau, le protoplasma n'en produit pas moins aux dépens de ses réserves

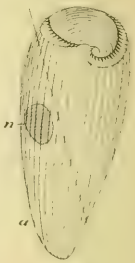


Fig. 3. — *Infusoire monocellulaire* (*Stentor*). — *n*, noyau.

[1] M. Berthelot : *Essai de Mécanique chimique fondée sur la thermochimie*; t. I, p. 91. Paris, 1879.

quelques-uns des principes qu'il fabriquait dans la cellule intacte; si, comme dans le cas du Stentor, la partie du protoplasma privée de noyau contient la bouche et les cils préhenseurs de l'individu primitif, l'alimentation se continuera quelque temps, mais des principes qu'il produit ou qu'il assimile le protoplasma ne pourra se servir longtemps pour assurer sa vie durable; bientôt il dépérit et dégénère. Le noyau n'est donc pas l'agent des transformations physico-chimiques que le protoplasma paraît suffire à accomplir, mais bien leur centre directeur. C'est lui qui dans la cellule organise les actes, dirige les manifestations vers un même but, le maintien du type, la reproduction, la vie de la cellule. C'est en lui que paraît surtout résider cette *âme nutritive* d'Aristote, dont il dit : « ses actes sont d'engendrer, et d'employer la « nourriture ».

Cette direction de manifestations, actes matériels en vue d'un but commun, ne peut être le fait d'une *force matérielle*, car, ainsi que je le disais, nous reconnaissons ces forces à ce que, appliquées à la matière, elles font apparaître l'énergie sous l'une de ses formes : chaleur, travail dynamique, actions chimiques, etc. Or, si les phénomènes chimico-physiques qui se passent au sein du protoplasma dépensent l'énergie correspondant au travail, à la chaleur, aux actes chimiques produits dans ce protoplasma, l'*ordre*, le *sens imprimé* à ces manifestations n'en saurait dépenser ni produire. La direction imprimée aux phénomènes matériels, l'ordre, la loi de ces phénomènes consécutifs n'a et ne peut avoir aucun équivalent mécanique, dépenser ni produire aucune énergie qui lui soit propre : lorsqu'une batterie d'artillerie tire le canon, chaque coup a son équivalent mécanique, mais l'énergie correspondant à chacun de ces coups et leur somme totale reste la même, quelle que soit leur direction. Le résultat final est cependant bien différent suivant que changent l'ordre et la direction du tir.

Si l'on voulait, ce qui est déjà inadmissible pour la raison que je viens de dire, que tout ce qui se passe dans une simple cellule vivante soit de l'ordre physico-mécanique, il faudrait expliquer comment chacune des manifestations matérielles qui se produit en chaque cellule des tissus ou des organes s'harmonise dans l'être vivant complet en une manifestation ordonnée générale où tout vient concourir à la vie normale, à la conservation de l'individu complet. Dans une nation civilisée, tous les citoyens concourent au fonctionnement normal de l'État en vertu d'une force directrice commune, d'un contrat tacite fondé sur l'intérêt, la raison, la loi morale. Il en est de même dans ce petit Etat qu'on nomme *l'individu*. Que l'estomac digère chimiquement ses aliments; que les glandes sécrètent leurs humeurs propres chacune en vertu de forces mécaniques et chimiques; que le sang apporte aux tissus son oxygène et qu'en chaque cas il agisse en vertu des réactions mêmes que nous pouvons reproduire *in vitro;* que l'énergie calorique, mécanique, etc., de l'être vivant résulte tout entière d'actes purement matériels, cela est indéniable, mais là n'est point la vraie difficulté. La vie résulte de l'*ordre imprimé à ces divers actes, venant concourir à un même but*. Chevreul le remarquait déjà dès 1837 : « Lors même qu'on aurait reconnu que ces phénomènes dépendent des forces qui régissent la matière inorganique, nous ne serions guère plus capables de comprendre comment il arrive qu'un corps qui est déjà organisé avant que nous ne puissions l'apercevoir a en lui la propriété de se développer avec une constance admirable dans la forme de son espèce, et la faculté de donner naissance à des individus qui reproduisent cette même forme. Eh bien! *c'est là que se trouve pour moi le mystère de la vie et non dans la nature des forces auxquelles on peut espérer de rapporter ces phénomènes.* » (*C. R.*, t. V, p. 175.)

II

Cette association de cause mystérieuse, ce contrat pour le travail de toutes les cellules en vue d'un but commun, la vie générale, la conservation de l'individu, est chez l'animal, et en particulier chez l'homme, accompagné de phénomènes d'un ordre spécial qui ne paraissent avoir avec les phénomènes matériels aucune commune mesure ou équivalence. Je veux parler des manifestations de la conscience : la pensée, la volonté, le sens esthétique, le sens moral. Pouvons-nous rattacher ces manifestations aux forces matérielles? Oui, si elles sont démontrées équivaloir à une dose d'énergie mécanique, chimique ou calorifique.

La *pensée* qui voit, compare, délibère; la *volonté* qui se détermine; le *sens esthétique* qui juge le beau; le *sens moral* qui perçoit un monde de sentiments que la logique n'atteint pas, manifestent en nous une ou plusieurs forces puisque, suivant la définition de ce mot, les forces sont ce qui fait passer les objets d'un état à l'autre, et que l'être qui pense ou qui veut diffère notoirement par ce quelque chose de nouveau, de ce qu'il était avant de penser ou de vouloir.

Mais, on l'a vu, pour être démontrées d'*ordre matériel*, ces forces qui donnent naissance à la pensée, à la détermination d'agir, à la sensation du juste ou du beau, doivent pouvoir être transformées en forces mécaniques, ou en dériver; appliquées à la matière, elles doivent faire naître de l'énergie transmuable dans les formes mécaniques,

calorifiques, chimiques que nous connaissons. Or, il n'en est rien. Qu'un animal, qui consomme durant les vingt-quatre heures une quantité constante d'aliments, pense ou non, qu'il se détermine à agir ou non (pourvu qu'il n'agisse pas), qu'il soit amibe, chien ou homme, pour une même quantité d'aliments et d'oxygène consommée, il produira la même quantité de chaleur et de travail, ou d'énergie totale équivalente. Il n'y a donc pas eu, pour créer la pensée ou la détermination d'agir, détournement d'une partie des forces mécaniques ou chimiques, transformation de l'énergie matérielle en énergie de raisonnement, de délibération, de pensée. Ces actes exclusivement propres aux êtres doués de vie n'ont pas d'équivalent mécanique. « Les actes psychiques, conclut avec nous M. Chauveau, ne peuvent rien détourner de l'énergie que fait naître le travail physiologique et qui est intégralement restitué sous forme de chaleur sensible. »

On pourrait arguer peut-être que les phénomènes de conscience, de jugement, de volition, sont des états *transitoires* se produisant passagèrement et proportionnellement à une certaine dose d'énergie équivalente, pour se retransformer ensuite chez l'être vivant en énergie matérielle, laissant reparaître à l'extérieur la totalité de l'énergie primitive après que l'acte psychique intermédiaire a disparu.

Mais ce qui caractérise les états successifs de l'énergie matérielle, c'est qu'ils sont chacun exclusifs des états précédents et des suivants. Quand l'énergie chimique de la poudre contenue dans l'arme à feu disparaît par combustion, l'énergie calorifique apparaît proportionnellement; celle-ci diminue peu à peu à mesure que naît l'énergie de translation du projectile, et s'il s'écrase tout à coup en rencontrant un mur d'acier massif et résistant, son énergie de translation s'évanouit, remplacée qu'elle est par l'énergie élastique ou calorique suivant la loi de l'équivalence. Il n'en est pas de même des phénomènes psychiques : Lorsque les vibrations matérielles ou chimiques, provoquées par une sensation de cause physique périphérique, arrivent à notre cerveau, et qu'elles *s'y impriment*, cet effet s'accomplit dans la cellule cérébrale grâce à une suite de modifications matérielles en équivalence avec l'énergie mécanique ou chimique qui les provoque : du glycogène, des nucléines disparaissent du cerveau, de la cholestérine, des phosphates apparaissent, le cerveau s'échauffe, etc... et l'ensemble de l'énergie représentée par les modifications de la cellule impressionnée est égale à celle qui a été transmise à la cellule. L'énergie d'excitation équivaut, en un mot, à l'énergie d'impression et de réaction dans lesquelles elle se transforme. Mais lorsque l'impression matérielle a été ainsi emmagasinée dans la cellule cérébrale et qu'un nouvel équilibre chimique et physique s'y est établi, les faits de conscience commencent et se succèdent. De l'impression naît la sensation ; elle éveille la pensée qui se développe et peut faire naître la volition. La pensée, la conclusion peut même ne se réveiller que des années après que l'impression matérielle a été produite, et que s'est dissipé le flux d'énergie qui a traversé le cerveau. C'est que la pensée, la volition ne sont pas l'impression, ni l'une des formes passagères et transmuables de l'énergie impressionnante. La sensation elle-même n'est pas une conséquence de l'impression qu'elle peut ne pas suivre. Si elle naît, elle peut éveiller la pensée, c'est-à-dire l'aperception, la *vue intérieure* des modalités de l'impression produite dans l'organe récepteur, aussi bien que des impressions antérieures. Le jugement résulte de la comparaison de ces impressions entre elles et avec des vues, des types innés. Le sens intime, c'est ce qui nous fait ainsi voir, comparer et juger. « Ce qui constitue l'état de conscience et de pensée chez l'homme, dit Spinosa, c'est la sensation intérieure de ses organes corporels, c'est-à-dire des modalités de l'étendue que ces organes représentent actuellement, et rien d'autre. »

Mais ces phénomènes persistants de conscience, de *vue intérieure* (car nous n'avons point de terme plus précis pour indiquer la sensation des modalités venues par l'esprit), se passent dans le silence du cerveau, *après que les impressions ont été reçues.* La mémoire les conserve et l'esprit les aperçoit et les compare. L'impression a été matérielle sans aucun doute, mais les modifications mécaniques ou chimiques qui l'ont produite ou accompagnée sont depuis longtemps disparues alors que l'esprit peut continuer à comparer ces impressions entre elles, et sans qu'intervienne en rien l'énergie correspondant à ces impressions, énergie qui a depuis longtemps quitté la cellule cérébrale impressionnée. L'acte psychique ne résulte donc pas d'une transformation de tout ou partie de l'énergie transmise au cerveau et ayant produit l'impression.

Il serait d'ailleurs absurde de dire que la sensation d'une impression, même d'une image physique extérieure, sa comparaison avec des impressions déjà reçues et la détermination d'agir qui peut suivre la pensée ou le jugement porté, ont un équivalent mécanique : sentir, comparer et vouloir n'est pas agir, et seul l'acte matériel est transformable dans les diverses formes de l'énergie qu'il représente.

III

La conscience, le jugement, la pensée consistent en appréciations de formes et de rapports inscrits et conservés dans nos organes, mais ils ne sont

ni des modes de l'énergie matérielle, car nous avons vu qu'ils ne la font pas proportionnellement disparaître, ni des conséquences directes, ou même nécessaires, de l'acte matériel qui produit l'impression, ni de la sensation elle-même. Lorsque, regardant le spectre lumineux d'une étoile, je reconnais que les systèmes de raies de son spectre sont les mêmes que dans la lumière solaire, mais avec une différence constante pour toutes, un léger déplacement des raies vers la droite ou vers la gauche de l'observateur, et que de ce déplacement je conclus que cette étoile, en apparence immobile depuis que l'homme l'observe, court vers nous, ou s'en éloigne avec une vitesse de 30 à 40 kilomètres à la seconde, ce n'est certes pas l'impression du dessin lumineux, ni la parcelle de la terrible énergie que transporte avec elle l'étoile qui fait naître en mon esprit la certitude de sa course rapide à travers l'espace infini. Ma pensée naît d'une série de *sentiments intimes* que l'impression lumineuse réveille, mais qui préexistaient, car la plupart des phénomènes de la Nature les font renaître chez tous les hommes sans qu'ils en aient jamais trouvé la démonstration certaine. Ces *sentiments* sont : la *croyance* que dans l'Univers partout les mêmes effets naissent des mêmes causes matérielles, que, par conséquent, conclut logiquement l'observateur, le soleil et l'étoile aussi bien que les vapeurs de nos éléments terrestres ayant mêmes systèmes de raies, ces éléments terrestres doivent exister dans les deux astres qui, dès lors, sont formés de même matière; l'*opinion* que les lois naturelles sont immuables, que le hasard ne préside pas aux faits, et que si les raies de l'étoile sont toutes également déplacées vers la gauche (ou vers la droite), c'est en vertu d'une cause commune ; l'*assurance* en notre sens logique qui nous permet d'affirmer que la cause du déplacement commun des raies observées est bien la marche de l'étoile à travers le ciel, parce que cette induction concorde avec toutes nos mesures, et avec tout ce que nous apprennent d'autres méthodes fondées sur notre raison. Mais *ces sentiments*, *cette croyance*, *cette opinion*, *cette assurance*, tous ces postulatums, bases et principes de notre jugement, idées primitives, innées (car rien ne les démontre absolument et chacun, sciemment ou non, sent et raisonne à leur lumière), toute cette substance, tout ce substratum de la pensée, n'a rien à faire avec l'impression lumineuse du spectre de l'étoile ! La pensée, on le voit, se forme non de l'impression reçue, ni même de la sensation perçue, mais de tout un système de croyances, de sentiments, venus du plus profond de nous-mêmes, réveillés, il est vrai, par la sensation reçue, mais sans aucun rapport avec la perception lumineuse. Celle-ci a simplement appelé la pensée, c'est-à-dire les comparaisons, les vues du sens intime, d'où a jailli la conclusion, l'idée nouvelle.

La pensée n'est, en effet, qu'une appréciation, une comparaison de formes ou d'impressions issues de faits particuliers, avec des types généraux, fournis par le sens intime. Lorsqu'un artiste tire de son violon une succession de sons qui fait naître en nous la sensation d'une beauté, d'une idée musicale, le travail matériel du bras, des cordes, de l'archet, les vibrations de l'instrument et de l'air qui frappe l'oreille puis parcourt le nerf acoustique, l'impression qui modifie le cerveau et s'y conserve, tout cela constitue une succession de phénomènes mécaniques et chimiques susceptibles de mesure et d'équivalence. Ces impressions matérielles se transmettent aussi bien au cerveau d'un chien, d'un Nègre, ou d'un Parisien affiné, et y produisent des effets physico-chimiques semblables. Mais la pensée que la perception de ces impressions successivement transmises et conservées fait naître en chaque esprit est fort différente. Elle va résulter, en effet, de la comparaison de ces perceptions, de leur ordre de grandeur et de succession avec des types esthétiques préexistants que la raison peut expliquer quelquefois, mais ne nous fournit pas. Or cette vue, cette perception de l'ordre de succession et de grandeur d'où va résulter le jugement, le plaisir ou la peine, est absolument immatérielle. En effet, les mêmes sons transmis au cerveau dans un ordre inverse ou réglé par le hasard, auraient produit une suite d'impressions matérielles semblables aux premières à l'*ordre près*, et une série d'états physico-chimiques identiques pour chaque note séparée, sans qu'aucune pensée musicale en fût résultée. L'ordre changé, le sentiment intime des rapports change ou devient nul; la pensée musicale s'évanouit. C'est donc uniquement la perception intérieure de l'ordre, des rapports, c'est leur comparaison avec des types intuitifs qui permet le jugement et fait naître la conclusion, la pensée. Or, cette perception, cette vue intérieure, cette comparaison ne sauraient avoir aucun équivalent mécanique, parce qu'une forme, un rapport, un ordre n'en ont pas, à plus forte raison le sentiment intime, la perception de ces formes, de ces rapports, c'est-à-dire le jugement, la pensée.

IV

On objecte souvent que l'acte de penser fatigue le cerveau; que l'homme qui pense fait effort, produit un travail, et que celui-ci est notoirement d'ordre matériel, car la substance cérébrale s'échauffe et se détruit, à peu près comme il arrive pour le muscle qui travaille. Mais sous ce mot de

penser nous comprenons généralement une série d'actes successifs préparatoires et matériels que suit, sans se confondre avec eux, le phénomène psychique de la *pensée*. Une première dépense physique naît de la préparation du cerveau à recevoir les impressions que lui transmet le monde extérieur et qui vont s'imprimer dans sa substance ou l'ébranler; ces impressions reçues ne sont efficaces que si nous ne conservons par un effort, une sorte de tension physique de notre cerveau que réveille l'attention. Lorsqu'à la suite d'une perception nouvelle, l'idéation commence à se produire en notre esprit, une singulière faculté nous permet, quelle que soit la multitude immense d'impressions reçues et conservées, je ne sais comme, dans les entrailles de la cellule cérébrale, de faire successivement passer le tableau de ces images actuelles ou antérieures devant les yeux du sens intime qui choisit celles qui sont nécessaires à sa comparaison et à son jugement. Toute cette préparation du cerveau à l'impression, l'impression elle-même, et l'effort qui retrouve et rapproche les impressions reçues pour les mettre dans un état sensible apte à la comparaison et à la vue du sens intime, tout cela constitue certainement un travail physique qui prépare l'acte de la pensée. Comment le cerveau fait-il cet effort, comment conserve-t-il, ou rapproche-t-il, les impressions reçues? Nul ne le sait, et pour essayer d'expliquer cette indéniable merveille, on ne saurait recourir qu'à des comparaisons. Je me représenterais volontiers ce cerveau comme une vaste bibliothèque, dont les volumes sont faits, chez l'enfant qui vient au monde, de feuillets impressionnables où sont déjà inscrites en partie, grâce à l'atavisme, les images mêmes vues et transmises par les aïeux. Une vibration sonore, lumineuse, tactile arrive-t-elle au cerveau, elle court, à travers les millions de cellules qui le forment, vers ce livre mystérieux où elle peut s'inscrire. Il s'entr'ouvre, reçoit l'impression et se referme à moitié, ou tout à fait et pour jamais, si l'attention ne s'est pas produite. Pour utiliser à un moment donné les impressions matérielles ainsi accumulées, il faut, par la mémoire, en consulter le catalogue, ouvrir ces volumes depuis longtemps fermés ou à demi clos, les feuilleter, en rapprocher, en reconstituer, en renforcer les images, c'est-à-dire ces impressions physiques souvent presque effacées. Tout cela constitue le travail, l'acte préparatoire matériel de la pensée. Le livre ouvert, les impressions revivifiées, rapprochées, il est des hommes qui lisent dans ces pages clairement imprimées; elles font naître en eux, sans effort, la conclusion, quelquefois une de ces pensées géniales qui embrassent d'un coup d'œil les lois de la nature et qui éclairent l'humanité. Il en est d'autres qui ne retrouvent et ne lisent qu'imparfaitement ces pages imparfaitement impressionnées, qui n'en tirent qu'une idée fruste, incomplète, incorrecte. Dans l'un et l'autre cas, l'effet produit, la vue des rapports et des lois dont ils dérivent, le jugement, la *pensée*, en un mot, n'est pas proportionnel à l'effort cérébral, au travail préparatoire, parce que l'effet ou la pensée n'est pas le travail qui consiste à retrouver, revivifier, réunir les impressions antérieures pour une comparaison dont jaillira l'idée. Mais quoique indispensable, cette mise en état du cerveau, ce travail physique de recherche et de rapprochement des impressions n'est pas l'acte définitif du sens intime, le jugement, la pensée. C'est ce qu'affirme à son tour un des plus illustres mécaniciens de notre siècle, Hirn, lorsqu'il dit : « Lorsque nous nous servons des termes de *travail physique* et de *travail de tête* pour désigner l'acte même grâce auquel s'engendre un phénomène dynamique ou une pensée, nous nous servons d'expressions probablement des plus correctes, mais lorsque nous étendons le terme de *travail* intellectuel au produit même de l'acte cérébral (à la pensée) nous ne recourons plus qu'à une métaphore. »

V

Je pourrais maintenant, me fondant sur les phénomènes de la *volonté* et du *sens moral*, montrer que les mêmes impressions n'amènent pas dans les divers cerveaux, ni fatalement dans le même cerveau, à un moment donné les mêmes déterminations. Il est vrai que par esprit de système et en vertu de ce principe *a priori* d'une philosophie nouvelle, que *toutes les forces sont d'ordre matériel*, il est vrai, dis-je, qu'on a nié le libre arbitre, les actes de la volonté libre étant contraires à cette vérité, indéniable en Mécanique, que les mêmes causes agissant sur le même être matériel produisent toujours les mêmes effets. Telle ne paraît pourtant pas être la loi des actes de la volonté. Les faits de conscience nous apportent des notions dont il faut bien tenir compte, quelque gênantes qu'elles puissent être, et qu'il ne servirait à rien de nier. Ils nous apprennent qu'à la suite d'une impression, le désir, la passion s'éveille, souvent violente et presque irrésistible, mais qu'il est des hommes qui, par éducation ou nature, peuvent se déterminer en sens inverse de celui où les incite l'impression. D'ordre matériel, celle-ci a des suites matérielles inéluctables, mais l'impression reçue et perçue, l'homme pèse ses motifs d'agir à la balance juste ou fausse de sa conscience, et il peut se déterminer dans un sens ou dans un autre en raison de sa volonté. Si l'on me dit qu'il ne se détermine *pas sans mo-*

tifs, et que dès lors il n'est pas libre, il s'agit, remarquons-le bien, de *motifs moraux* auxquels n'a rien à voir l'impression matérielle qui a provoqué la délibération de l'esprit. Ces motifs moraux sont ceux qui déterminent l'acte de volonté, et à sa suite l'acte matériel. Ils agissent, l'impression reçue, dans le sens ou en sens inverse des forces d'impression, mais en tous cas, en tant que forces morales, immatérielles. C'est ce que je voulais démontrer.

Ainsi la dissemblance des effets de volition et des actes qu'ils entraînent à la suite d'une même excitation de cause extérieure, suivant qu'ultérieurement agissent tels ou tels motifs d'intérêt logique, ou telles considérations morales, est encore une preuve de l'immatérialité et de l'indépendance de la cause première qui détermine la volonté, car, choisissant entre ces motifs, le sens intime peut, à une même impression matérielle, faire succéder des actes opposés.

A ceux qui me demanderont quel est l'agent de ces manifestations de la vie que nous ne saurions attribuer à des forces matérielles parce qu'elles n'en ont point les caractères et que leurs effets ne peuvent équivaloir aux effets de ces forces, je répondrai que c'est ici question de sentiment et de croyance. Le monde de l'esprit se manifeste à nous par ses phénomènes, comme se manifeste celui de la matière, et, à tout prendre, on aurait tort d'affirmer celui-ci à l'exclusion de celui-là, car il n'est pas moins mystérieux, ni plus accessible à notre entendement. Quelle est la nature de ce *substratum*, de ce support inerte grâce auquel peuvent se manifester les forces matérielles? Qu'est-ce que l'énergie qui l'anime et comment cette énergie peut-elle passer d'une forme à l'autre? Comment peut-elle se transmettre à des milieux et par des milieux qui, tels que l'éther intersidéral ou interatomique, sont dénués de matière ordinaire; et si ces milieux sont pleins de matière, quelle en est la nature? Ces questions sont-elles plus simples à résoudre que celles-ci: Quelle est l'essence, le *substratum* de ce qui produit les manifestations de l'intelligence? Quelle est la nature des forces et du travail de l'esprit? Ses diverses manifestations sont-elles dépendantes, peuvent-elles se transformer les unes dans les autres à la façon de l'énergie matérielle? Dérivent-elles d'un principe mystérieux vivifiant le corps?

De l'esprit, nous ne connaissons que ses manifestations; et, quoique leur liaison à celle de la matière soit difficile à expliquer nous ne pouvons la méconnaître. Des causes, des forces immatérielles existent chez l'être vivant; mais nous venons de montrer qu'elles ne résultent pas de la transformation des forces matérielles et qu'elles ne peuvent davantage transmettre aux corps vivants aucune énergie matérielle. Il existe des rapports cependant entre les choses de l'esprit et celles de la matière, et de ces rapports évidents on pourrait peut-être donner quelques raisons en se fondant sur les considérations que je viens d'exposer. Des choses matérielles se dégage, en effet, quelque chose d'immatériel, mais qui tient pourtant à la matière, savoir : la forme, le rapport, l'ordre, l'organisation. N'ayant ni masses, ni équivalent mécanique, la position, la figure, la forme, l'ordre, sont choses immatérielles; or ce sont celles que nous avons dit être les aliments de l'esprit; ce que lui transmet la matière, ce que le sens intime observe et compare, les caractères mêmes de ce livre de la pensée dont nous parlions plus haut.

Mais nous ne saurions dire qui lit dans ce livre, ou nous demander quel est le principe des manifestations de l'intelligence, sans abandonner le ferme appui que nous prête l'observation des faits : des faits matériels ou de ceux de conscience. Aller au delà, c'est affirmer une croyance, un sentiment, et sortir, à proprement parler, du domaine scientifique. Nous avons voulu montrer seulement que ce qu'on nomme l'état de vie, encore mieux l'état de conscience et de pensée, ne résulte pas d'une transformation de l'énergie matérielle, et que, par conséquent, il est une cause d'ordre non matériel qui détermine ces phénomènes. Aller plus loin c'est entrer dans le domaine du pur abstrait. Il est trop loin des régions qu'observe et parcourt mon entendement pour que j'essaie d'y guider personne. De ce monde mystérieux, lumineux pour les uns, obscur ou inconnu pour d'autres, je ne perçois que ce que me laissent entrevoir, comme à travers une nuée translucide, mes sentiments personnels; et, ne sachant ce que voient et comment voient les croyants ou les incrédules, je me garde de les juger. Je n'ai jamais senti ce que sent un cerveau de fourmi ou d'abeille et ne sais ce qu'est cette *raison* qui les pousse à agir raisonnablement. Et de même, comparant le grand au petit, quand surgissent dans l'esprit d'une Jeanne, d'un Kepler ou d'un Pascal des visions ou des sentiments *que la raison ne connaît pas*, je ne pense pas qu'il soit logique de penser, parce que nous ignorerions les mystérieux mobiles de leurs consciences, que ces visions, ces sentiments, ces croyances, n'ont pas des motifs raisonnables.

La vraie science ne saurait rien affirmer, mais aussi rien nier, au delà des faits observables de la matière et de l'entendement, et c'est une science à rebours que celle qui ose assurer que seule la matière existe et que seules ses lois gouvernent le monde.

Armand Gautier,
Professeur à la Faculté de Médecine de Paris,
Membre de l'Académie des Sciences.

L'OPTIQUE ET LA THÉORIE DES IONS

On sait que, soumis à l'action d'un champ magnétique, les corps ordinairement isotropes deviennent biréfringents. Cette propriété disparaît dès que l'influence magnétique cesse. Kerr, qui a découvert ce phénomène, a établi aussi que le plan de polarisation d'un rayon de lumière simple se trouve dévié lorsque ce rayon tombe sur le pôle d'un électro-aimant.

L'analyse expérimentale de ces faits m'a conduit à me demander si le champ magnétique est susceptible de modifier la nature même, c'est-à-dire la période vibratoire, le rang spectral d'une lumière simple émise par une flamme. Or, l'expérience répond affirmativement à cette question.

Plaçons la flamme d'un chalumeau oxyhydrique entre les pôles d'une bobine de Rhumkorff, et introduisons dans cette flamme un filament d'amiante imbibé de chlorure de sodium. Produisons au moyen d'un réseau de Rowland le spectre de la flamme, et observons-le d'abord en l'absence de tout champ magnétique, puis pendant que la bobine fonctionnera. Nous remarquerons alors d'une façon très nette le fait suivant : dès que le courant passe dans l'appareil d'induction, les deux lignes D du sodium s'élargissent.

Ce phénomène résulte-t-il d'une altération de densité et de température de la vapeur du sodium dans le champ magnétique ? Je crois avoir éliminé cette interprétation par l'expérience que voici :

A l'intérieur d'un très gros tube de porcelaine, j'ai fortement chauffé des fragments de sodium, afin de répandre la vapeur de ce corps dans le tube. Ce tube était fermé, à chacune de ses extrémités, par un hublot de verre à faces planes parallèles, offrant la superficie d'un centimètre carré. Je le plaçais en position horizontale, entre les pôles d'un électro-aimant, et perpendiculairement aux lignes de force, et je dirigeais suivant l'axe du tube la lumière d'une lampe électrique à arc. Le spectre d'absorption montrait alors les deux lignes D. A l'aide d'un mécanisme d'horlogerie, j'imposais au tube de tourner continuellement autour de son axe afin d'éviter les variations de température. Or, aussitôt que l'électro-aimant entrait en fonction, les lignes D subissaient un évident élargissement. Qu'en conclure, sinon que la période vibratoire de la lumière du sodium est affectée par le champ magnétique ?

Dès 1862, Faraday avait fait dans cet ordre d'idées la première recherche dont l'histoire de la science fasse mention. Il est remarquable qu'il ne soit arrivé qu'à un résultat négatif. Mais les ressources dont il disposait étaient bien insuffisantes.

Ce qui me conduisit à suspecter la conclusion de Faraday, ce fut, à la suite d'expériences sur la magnétisation des raies spectrales, la considération des forces accélératrices ou retardatrices en jeu entre les atomes et les tourbillons moléculaires de Clerk Maxwell ; l'examen de ces systèmes m'amena à ne point rejeter, comme impossible *a priori*, une modification de la période vibratoire. Je fus ensuite frappé par l'exemple, imaginé par lord Kelvin, des anomalies apparentes qu'offre la combinaison d'un système rotatoire très rapide et d'un pendule double. Toutefois, c'est dans la théorie des phénomènes électriques proposée par le Professeur Lorentz, qu'il me semble logique de chercher l'explication du phénomène observé.

Cette théorie voit, dans tous les corps, de petits éléments moléculaires chargés d'électricité — les *ions* — et rattache tous les processus électriques à l'équilibre ou au mouvement de ces *ions*. Il est naturel de penser que, dans le champ magnétique, les forces qui agissent directement sur les *ions* suffisent à produire l'élargissement des raies.

M. Lorentz, à qui j'ai soumis cette interprétation, a eu l'amabilité de m'expliquer comment on pouvait calculer le mouvement des *ions*. Il a, en outre, appelé mon attention sur ce point : si l'application de sa théorie est valable en l'espèce, deux conséquences s'imposent :

1° La lumière qu'émettent les arêtes des raies agrandies doit être circulairement polarisée dans la direction des lignes du champ magnétique ;

2° La grandeur de l'élargissement des raies doit permettre de déterminer le rapport $\frac{e}{m}$ qui existe entre la charge électrique e de l'*ion* et sa masse m.

Les expériences que ces prévisions m'ont amené à instituer, les confirment pleinement. Au moyen d'une lame quart-d'onde et d'un analyseur, j'ai constaté que les arêtes des raies magnétiquement élargies émettent de la lumière polarisée circulairement dans le sens des lignes de force, et rectilignement dans la direction perpendiculaire. Ces faits paraissent manifester nettement l'existence réelle des *ions*. De plus, la mesure effective du rapport $\frac{e}{m}$ donne 10^7 comme ordre de grandeur de ce rapport, quand e est exprimé en unités électro-magnétiques [1].

P. Zeeman,
Professeur adjoint de Physique
à l'Université d'Amsterdam.

[1] Je remercie ici M. Onnes, directeur de l'Institut de Physique de Leyde, pour l'intérêt qu'il a pris à mon travail.

LES DIFFÉRENTES FORMES DE LA RESPIRATION HUMAINE

Les phénomènes de la respiration de l'Homme et des Animaux relèvent de la Physiologie, de la Chimie et de la Physique; d'où il résulte que les Chimistes et les Physiciens ont partagé avec les Physiologistes l'intérêt que présente l'étude de cette fonction, et l'ont développée largement par leurs travaux. Regnault et Reiset ont apporté à leurs recherches sur la respiration les soins et l'exactitude bien connus du célèbre physicien, et leurs travaux peuvent être considérés comme le point de départ de l'étude moderne de la respiration. Paul Bert, dans ses écrits et dans ses discours, partait encore du point de vue physique, puisqu'il traitait de l'influence des pressions atmosphériques sur la respiration, mais il fit appel à toutes les connaissances que les physiologistes avaient apportées à l'étude de ces phénomènes.

Les recherches les plus modernes ont porté plutôt sur la respiration de l'Homme que sur celle des Animaux. MM. Jolyet, Bergonié et Sigalas, en 1887, et MM. Hanriot et Richet en 1891, ont ajouté une belle part à nos connaissances sur la respiration humaine. Le Dr G.-L. de Saint-Martin, en 1893, publia en un volume ses recherches sur les effets de l'oxygène, du chloroforme et de l'acide carbonique. A ces travaux s'ajoutent aussi ceux de Haldane et de Edward-Smith en Angleterre, de Ludimar, Hermann, Speck, Pflüger, George von Liebig, en Allemagne; de Chapman et Brubecker en Amérique, etc. Ces savants, en étudiant les phénomènes respiratoires, se sont placés à des points de vue divers.

Je voudrais aujourd'hui présenter sur une partie de ce grand sujet quelques expériences personnelles; ces expériences visent surtout les différentes formes de la respiration humaine. Je me suis efforcé de les déceler au moyen de graphiques pris directement sur les sujets en expérience[1].

I

L'appareil, que représente la figure 1, m'a servi non seulement à enregistrer les mouvements d'expiration, mais encore à recueillir l'air expiré pour en faire l'analyse. Il se compose d'une série de trois cloches A, A, A, suspendues dans un réservoir annulaire B rempli d'eau; j'ai dû remplacer l'eau salée classique par de l'eau ordinaire, vu l'action détériorante du sel sur les appareils, mais j'ai reconnu que cette substitution pouvait se faire sans nuire à l'exactitude des jaugeages d'acide carbonique, pourvu que l'air expiré fût analysé dans un bref délai, c'est-à-dire moins d'une heure après qu'il avait été recueilli. Les cloches, d'une capacité d'environ quarante litres chacune, étaient suspendues à une poulie C par un cordon muni d'un contrepoids D. En outre, un levier E de forme cycloïdale était fixé à la même poulie que le contrepoids principal, et à l'extrémité de ce levier pendait un second poids. Le levier, comme le montre la figure, s'élève d'abord à mesure que la cloche monte, puis s'abaisse de manière à la maintenir en état parfait de suspension dans tous les points de sa course. Cette disposition, d'une extrême simplicité, que je mis en usage après l'avoir vue fonctionner dans une fabrique de compteurs à gaz, m'a rendu de grands services. Afin de supprimer toute la résistance que pourrait opposer le poids des cloches au courant expiratoire, après avoir mis chaque cloche en équilibre parfait, j'ajoutai un poids très léger au contrepoids principal, afin de donner aux cloches un très faible mouvement ascensionnel: il suffit, dans ce but, de placer un fragment de plomb de quatre-vingt-dix grammes sur le contrepoids; les cloches pesant environ trois kilos chacune, ce poids de quatre-vingt-dix grammes était relativement très léger, quoique tout à fait suffisant. Il résultait de cet arrangement qu'une personne, recueillant dans la cloche l'air qu'elle expirait, ne rencontrait absolument aucun obstacle, et aurait pu croire expirer à l'air libre : l'inspiration se faisait par le nez, et l'expiration par la bouche, à laquelle aboutissait le tube d'expiration I. Les quatre-vingt-dix grammes ajoutés aux contrepoids produisaient une différence de tension de plutôt moins d'un millimètre d'eau; l'erreur de volume pouvait donc être regardée comme nulle. Les cloches étaient, en outre, munies d'une échelle K indiquant en litres les volumes qu'elles pouvaient contenir; elles portaient aussi un thermomètre L et un manomètre M.

La cloche la plus à gauche servait de spirographe. Elle était munie d'une tige OP fixée à son extrémité O et portant à l'autre un style P formé d'un tube de verre à orifice capillaire : ce tube contenait l'encre. Le papier destiné à recevoir le tracé était fixé à un cylindre R tournant autour de son axe et mû par un mouvement d'horlogerie. Ce papier portait des lignes lithographiées, verticales et horizontales. Les abscisses correspondaient aux durées des expériences, les ordonnées indiquaient, en litres, les volumes d'air expirés.

[1] Ces travaux ont été faits au laboratoire de Physiologie de *University College*, à Londres.

Comme je l'ai déjà remarqué, la personne en expérience inspirait par le nez, et expirait par la bouche l'air de ses poumons dans un tube en caoutchouc I relié aux cloches; ce tube communiquait à volonté avec l'un des trois récipients au moyen d'un jeu de robinets à trois voies. On évitait de cette manière l'usage d'un appareil à soupape, et cette respiration « naso-buccale » devenait, au bout de très peu de temps, tout à fait naturelle.

On m'objectera cependant que ce mode respiratoire ne pouvait pas être substitué à la respiration automatique et inconsciente : vu que l'attention que demande ce procédé serait à elle seule de nature à modifier la respiration naturelle. A cela je réponds par l'expérience suivante :

J'obtiens avec le pneumographe de Marey deux tracés respiratoires AA et A'A' (fig. 2); ces tracés sont absolument indépendants de l'attention : ils représentent les mouvements thoraciques de l'inspiration et de l'expiration, mouvements automatiques et inconscients. Je recueille ensuite avec le pneumographe Marey deux tracés BB et B'B' (fig. 2) de la respiration naso-buccale.

Analysons ces différents tracés. D'abord ceux de la respiration automatique et inconsciente AA et A'A' sont apparemment identiques à ceux de la respiration naso-buccale BB et B'B'. Ces deux séries de graphiques accusent directement les mouvements rythmiques de la respiration au moyen d'un instrument entourant le thorax, mais la première série AA et A'A' est entièrement indépendante de l'attention ou de la volonté, tandis que la seconde BB et B'B' fait intervenir, quoique très légèrement, l'attention pour inspirer par le nez et expirer par la bouche[1].

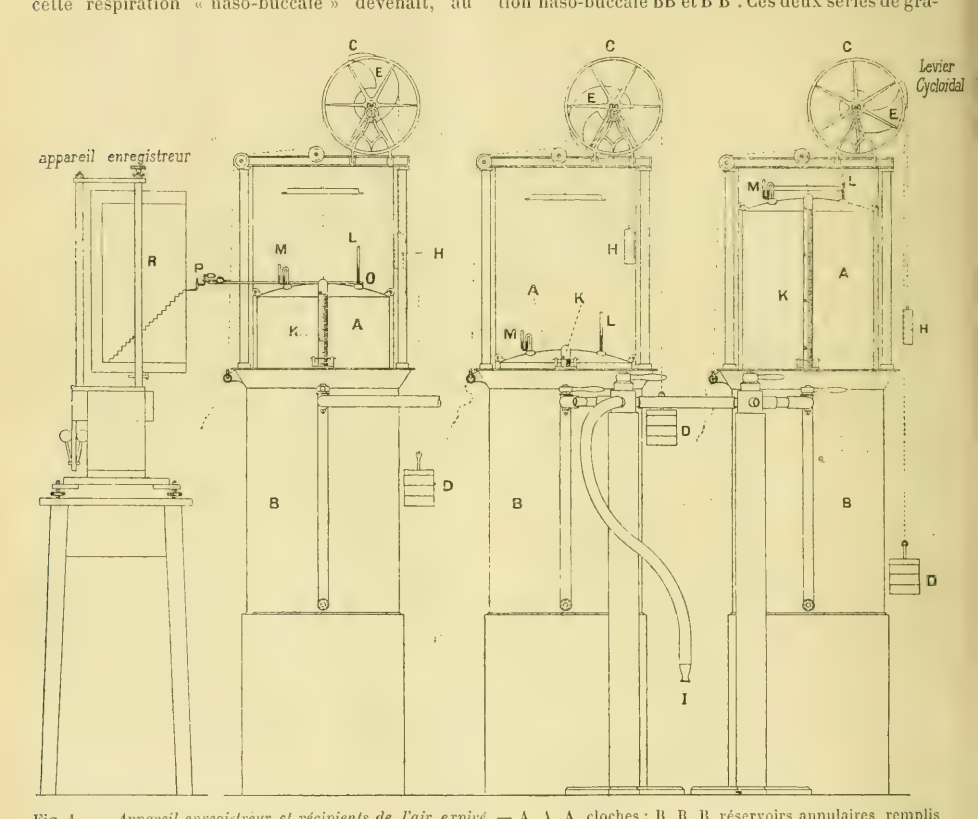


Fig. 1. — *Appareil enregistreur et récipients de l'air expiré.* — A, A, A, cloches ; B, B, B, réservoirs annulaires remplis d'eau; C, poulie à laquelle est fixé le levier cycloïdal E ; D, H, contrepoids; I, tube d'expiration ; K, échelle graduée ; L, thermomètre; M, manomètre; OP, tige fixée en O et portant en P un style; R, cylindre tournant enregistreur.

[1] Il n'y a aucune différence apparente entre ces deux séries de tracés, et cependant on trouve une faible réduction du nombre des respirations par minute suivant la méthode naso-buccale. On a mesuré, au moyen d'un compas, la lon-

Les tracés ci-dessous ont été obtenus de personnes habituées à ce genre de respiration ; l'effort de l'attention pouvait être regardé comme nul. Sur un nouveau venu, il est possible que l'attention ait exercé un effet, quoique faible.

Enfin, pour terminer cette expérience, j'ai obtenu avec le pneumographe de Marey deux tracés CC et C'C' (fig. 2) et simultanément j'ai recueilli l'air expiré dans l'appareil enregistreur, recueillant deux tracés CC et C'C' (fig. 3) correspondant aux tracés CC et C'C' du pneumographe Marey. Ces tracés indiquent l'expiration de 5 litres d'air par minute, soit un volume d'air rentrant dans les limites de la respiration normale. La diagonale de ces tracés en échelons correspond exclusivement à « l'expiration ». Le trait horizontal se rapporte à l'inspiration et aux intervalles de repos pendant la respiration. Les tracés ont tous été confirmés par plusieurs expériences et par deux personnes différentes.

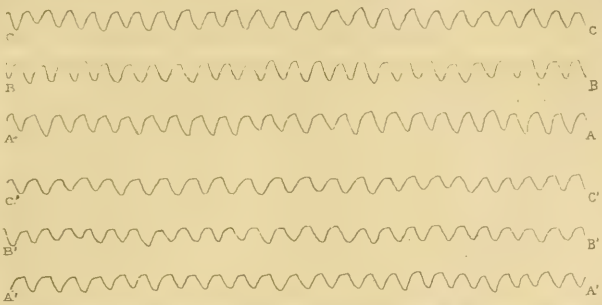


Fig. 2. — *Graphique respiratoire.* — AA et A'A', tracés de la respiration normale au repos (pneumographe Marey) ; BB et B'B', tracés de la respiration naso-buccale au repos (pneumographe Marey) ; CC et C'C', tracés de la respiration naso-buccale obtenus avec le pneumographe Marey.

Nous pouvons maintenant aller de l'avant avec confiance, sachant que le mode respiratoire adopté dans ces expériences ne s'écarte pas de la respiration automatique et inconsciente.

II

On peut grouper les différentes formes que présente la respiration de l'homme sous quatre chefs différents :

1° La respiration normale en repos ;
2° La respiration forcée ;
3° La respiration pendant l'exercice musculaire ;
4° La respiration sous le contrôle de la volonté, ou de l'attention s'exerçant sur un acte de mouvement volontaire.

Ces quatre formes de la respiration comprennent toutes les variétés que peut présenter cette fonction.

Nous passe-

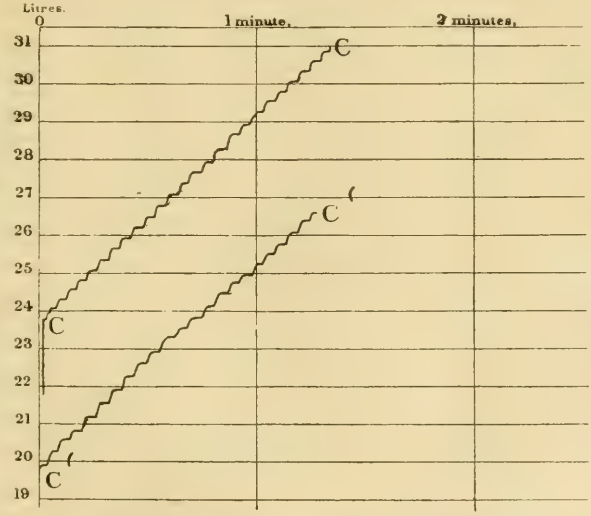


Fig. 3. — *Graphique respiratoire.* — CC, C'C', tracés de la respiration naso-buccale obtenus avec l'appareil enregistreur ; ils correspondent aux tracés CC, C'C' de la figure 2, obtenus avec le pneumographe Marey.

gueur de vingt paires de tracés obtenus au moyen du pneumographe Marey, en suivant, autant que possible, chacune de leurs sinuosités. Chaque paire comprenait un tracé de la respiration automatique et inconsciente, et un tracé de la respiration naso-buccale pendant une durée de 1'25". La mesure moyenne du tracé obtenu pour la respiration inconsciente s'est élevée à 404,7 millimètres, celle du tracé de la respiration naso-buccale à 405,6 millimètres. Par conséquent, on peut dire que la moyenne des volumes relatifs d'air respiré s'est trouvée être absolument la même dans les deux cas considérés.

Quant au nombre des respirations, la méthode naso-buccale a donné un chiffre légèrement plus faible par minute que la respiration automatique, soit 15 pour la première et 17 pour la seconde. On ne peut réellement pas regarder cette différence comme une objection à la méthode naso-buccale, car on sait combien la fréquence de la respiration est sujette à varier suivant une multitude de circonstances. Il est impossible d'attacher à cette faible différence une signification physiologique, surtout si l'on tient compte du fait que les moyennes des volumes d'air respirés son relativement égales dans les deux méthodes.

rons sous silence la respiration normale en repos pour aborder d'emblée la respiration forcée.

Le sujet en expérience est confortablement étendu sur une chaise longue; il tient le tube expiratoire d'une main, les coudes reposant sur les bras de la chaise. Après quelques instants de tranquillité complète, il commence à accuser le tracé de sa respiration normale, lequel servira de terme de comparaison.

Puis, par une succession de profondes inspirations nasales, il dilate fortement ses poumons en mettant en jeu tous les muscles thoraciques; chaque expiration buccale est recueillie dans la cloche et, si la personne en expérience n'est pas très habituée à ce genre d'exercice, pendant l'expiration elle tiendra l'ouverture du nez fermée avec le pouce et l'index. Au bout d'une minute de cette respiration forcée, on aura expiré peut-être de 12 à 13 litres d'air, au lieu des 4 ou 5 litres qui correspondent à la respiration normale. Alors la personne en expérience revient subitement à la respiration automatique et naturelle. Le tracé ne reprend cependant pas immédiatement la direction correspondant à celle de la respiration normale, mais se rapproche distinctement de l'horizontale en s'abaissant graduellement, puis cette courbe prend un mouvement ascensionnel dépassant la direction normale, pour s'abaisser de nouveau et finalement devenir parallèle au tracé de la respiration naturelle et inconsciente en repos.

Cette tendance de la courbe à se rapprocher de l'horizontale est le résultat de « l'apnée », caractérisée par un affaiblissement des mouvements respiratoires que le graphique accuse très nettement. De plus, la production de « l'apnée » est suivie d'une réaction ou surexcitation des mouvements respiratoires; et si l'on étudie de près un certain nombre de ces tracés, on s'aperçoit facilement que le degré de cette réaction est proportionnel à celui de « l'apnée ».

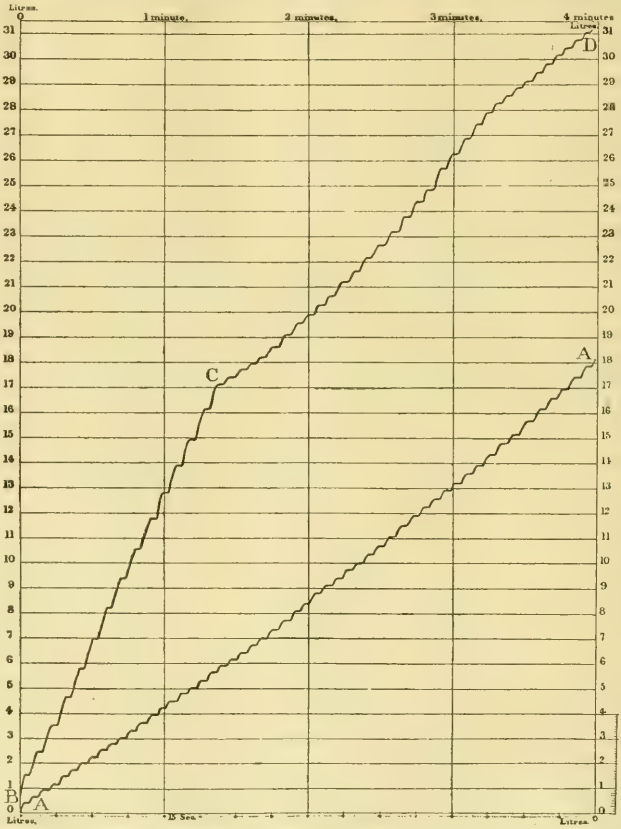


Fig. 4. — *Graphique respiratoire.* — AA, respiration normale en repos; BC, respiration forcée; CD, apnée et réaction de l'apnée.

Le graphique de la figure 4 montre clairement le phénomène. Le tracé AA représente la respiration normale en repos au moment de l'expérience; BC, le tracé « expiratoire » de la respiration forcée; CD représente d'abord l'apnée, puis la réaction de cette apnée; puis le tracé reprend la direction de la respiration normale. Cette forme de graphique se retrouve toujours dans la respiration forcée, à une certaine exception près, dont nous aurons à nous occuper plus tard.

Nous observons cette même forme de tracé expiratoire dans les trois modes de respiration suivants : le bâillement, l'éternuement et le soupir. Nous le retrouvons encore lorsqu'après avoir pris une inspiration profonde, on retient son souffle pendant un instant : l'expiration de cet air est suivie

d'apnée et de la réaction de cette apnée. La toux, comme nous le verrons, rentre dans le domaine de la respiration pendant l'exercice musculaire; dans certains cas cependant, elle peut prendre la forme de la respiration forcée.

Sans vouloir entrer maintenant dans une discussion de la cause physiologique de l'apnée, on prévoit d'emblée que ce phénomène ne paraît pas tenir à l'absorption d'oxygène en excès pendant la respiration forcée, car, s'il en était ainsi, il n'y aurait pas de réaction.

Si l'apnée était suivie d'un surcroît proportionnel d'activité de la respiration, certes, il semblerait que pendant l'apnée l'oxygène doit être consommé aux dépens des tissus, d'où la nécessité d'un remplacement de ce gaz par de l'oxygène pris à l'air atmosphérique immédiatement après. Nous verrons que le phénomène doit être expliqué d'une tout autre manière que par une absorption préalable d'oxygène.

La troisième forme de la respiration de l'homme est celle que revêt cette fonction pendant l'exercice musculaire. Nous retrouvons ici un caractère tout aussi tranché que dans la respiration forcée, comme le montre le graphique de la figure 5. Le mode d'exercice pratiqué dans ces expériences est surtout la marche sur place en suivant les battements d'un métronome répétés 66 ou 67 fois par minute. Cette méthode, sans être d'une grande exactitude, rappelle la marche et, par conséquent, un genre d'exercice très fréquent. La personne en expérience après un repos dans la chaise-longue obtient un tracé de sa respiration (expiration) normale pour servir de comparaison. Puis elle se lève et marche sur place pendant une ou deux minutes, en recueillant dans la cloche l'air qu'elle expire; après cela, elle se couche sur la chaise-longue tout en continuant à expirer dans la cloche d'une façon absolument naturelle.

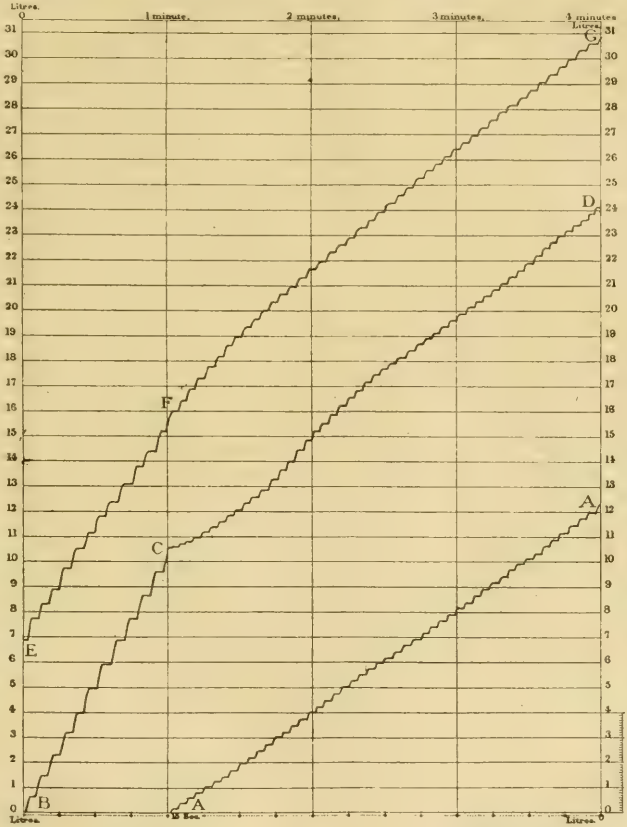


Fig. 5. — *Graphique respiratoire.* — AA, respiration normale; BC, respiration forcée pendant une minute; CD, apnée et réaction au repos après la respiration forcée; EF, respiration pendant une minute de marche (66 pas); FG, respiration au repos succédant à la marche.

Le phénomène en question se voit clairement dans les graphiques obtenus avant, pendant et après l'exercice de la marche.

Dans la figure 5 sont inscrits trois tracés. Un premier AA correspond à la respiration normale en repos, un second BC représente la respiration forcée pendant une minute et comprend l'apnée et la réaction de l'apnée. Le troisième graphique EF s'est inscrit pendant l'exercice de la marche; au

L'augmentation du courant respiratoire pendant l'exercice est accusée par une ascension rapide du tracé, puis, au moment où le repos succède à l'exercice, au lieu de se rapprocher de l'horizontale, comme dans l'apnée, le tracé continue à s'élever décrivant une courbe et revenant après à la direction de la respiration normale en repos.

point F la personne en expérience revient brusquement au repos; on s'aperçoit alors que la courbe continue à monter pendant environ une minute, — c'est l'essoufflement, — pour retourner ensuite parallèle à la respiration normale [1].

Tous les exercices musculaires rentrent dans cette forme respiratoire, mais la courbure du tracé en revenant au repos dépend du degré de l'exercice; plus l'exercice est violent, plus l'ascension de la courbe au repos sera longue et prononcée, et vice versa.

L'explication du phénomène qu'accuse le tracé est facile à reconnaître. La chaleur nécessaire au mouvement musculaire demandant un excès d'oxygène, le corps prend ce gaz à l'air par une surexcitation de la respiration; d'où une ascension rapide du tracé. Lorsque le repos succède brusquement à l'exercice, le sang, se trouvant contenir plus d'acide carbonique qu'à l'état normal de repos, demande une augmentation du courant respiratoire pour s'en débarrasser, d'où résulte l'essoufflement. Cette explication trouve sa preuve dans le fait que si, au repos succédant à l'exercice, on prend une ou deux respirations fortes, l'essoufflement disparaît de suite, comme par enchantement; d'où l'on conclut qu'une personne essoufflée après une course un peu forte sera soulagée de cet essoufflement en prenant quelques inspirations profondes. Il est évident que ces considérations ne vont pas jusqu'au fond de la question, et laissent de côté la cause immédiate de l'appel involontaire de l'excès d'air dans les poumons, que demande l'exercice musculaire.

Toutes les sortes d'exercice musculaire produisent le même effet sur la respiration, mais à des degrés très différents. Il faut regarder l'acte de la parole, le rire, le chant, le cri et la toux comme une espèce d'exercice, quoique ces deux dernières variétés, le cri et la toux, rentrent quelquefois dans la forme décrite sous le nom de « respiration forcée ». Quant à la parole, au rire et au chant, la courbe au repos est presque nulle, le tracé revient très promptement à une direction parallèle à celle de la respiration normale. Le chant a ceci de remarquable, que, dans la position assise, ou étendue sur un fauteuil, le graphique rappelle celui de la respiration forcée, tandis que le chant debout a donné le tracé que produirait un très faible exercice revenant promptement à la direction normale lors de la cessation de l'exercice. Il faut conclure de là que la position debout convient le mieux au chant, ce qui du reste est parfaitement d'accord avec l'expérience.

[1] Ici (fig. 5, page 303) les tracés de la respiration normale au repos AA et de la respiration forcée BCD sont figurés comme termes de comparaison.

Il est une observation intéressante à faire au sujet de l'influence du bicycle, ou de la bicyclette, sur la respiration. L'étude du graphique respiratoire que donne l'exercice de la bicyclette montre clairement que cet exercice est moins fatigant, soit en tous cas moins essoufflant que la marche. Je me suis servi pour ces expériences d'un monocycle fixe dans lequel une roue en fer est actionnée par les pieds au moyen de pédales, comme dans le cas de la bicyclette ordinaire. L'usage de cette machine est de permettre l'exercice de la bicyclette dans la maison à ceux qui ne peuvent pas sortir; elle atteint bien ce but. Les graphiques (fig. 6) ont été obtenus après un exercice modéré sur cette machine. Trois tracés ont été recueillis : un premier AA représentant la respiration normale de la personne assise en repos sur la selle du monocycle; un second DE donnant la courbe respiratoire immédiatement après la suspension de l'exercice du monocycle (cet exercice se montant à 140 pas ou 70 tours de roue dans une minute); un troisième BC obtenu après une marche sur place de 84 pas dans une minute. Les tracés de la respiration pendant l'exercice de la marche et du monocycle sont inscrits « en pointillé » parce qu'ils résultent d'une expérience précédente faite exactement dans les mêmes conditions que celles ayant donné les tracés ci-joints. On remarquera que la respiration est plus active pendant l'exercice de la bicyclette (12 litres d'air expiré contre 11 litres pour la marche), mais après l'exercice de la bicyclette la respiration ne demande qu'une minute pour revenir à la direction normale, tandis qu'après la marche de 84 pas par minute, l'essoufflement ne s'est terminé qu'après deux minutes de repos.

Par conséquent l'exercice de la bicyclette essouffle moins, et fatigue la respiration moins que la marche. On pourrait bien en conclure que la bicyclette est le moins fatigant des deux genres d'exercices.

Je n'ai pas besoin d'ajouter que les amateurs du bicycle savent à quel point cet exercice essouffle peu, surtout lorsqu'on est entraîné. Je voudrais pouvoir m'étendre sur ce sujet, et entrer dans quelques détails sur les volumes d'air respirés et d'acide carbonique produits dans l'exercice de la bicyclette, mais je désire ne pas ajouter à cet article déjà un peu long.

III

Nous arrivons à la quatrième forme de la respiration de l'homme : la respiration sous le contrôle de la « volonté » ou, en d'autres termes, de l'attention. Ce sujet me paraît être d'un intérêt tout spécial.

Voici comment se passe l'expérience. Après quelques instants de repos sur la chaise-longue, le sujet recueille l'air qu'il expire dans la cloche en rapport avec l'appareil enregistreur, et obtient ainsi le tracé de la respiration automatique et inconsciente. Puis il fixe sa volonté ou son attention sur un acte de mouvement volontaire, soit sur l'ascension d'une côte rapide en bicyclette, soit sur une course à pied pour atteindre une autre personne, soit sur l'effort que nécessiterait le transport d'un poids lourd, et cette concentration de l'attention ne doit être traduite par aucun mouvement musculaire. Dans ces conditions, le tracé respiratoire que décrit l'appareil enregistreur est très différent de celui qu'on obtient dans l'état de repos mental absolu, Le corps n'a pas bougé, l'état cérébral seul a changé. Le graphique montre par son ascension rapide que le volume d'air respiré est considérablement en excès sur le volume normal en repos respiré à l'exclusion de tout effort cérébral. Au bout d'une minute ou d'une minute et demie, un signal est donné, et l'action de l'attention est suspendue; alors survient nettement l'état d'apnée qu'on avait constaté après la respiration forcée, ainsi que la réaction de l'apnée; et cependant on n'avait point forcé volontairement la respiration; elle s'était accentuée, il est vrai, mais d'une façon absolument inconsciente.

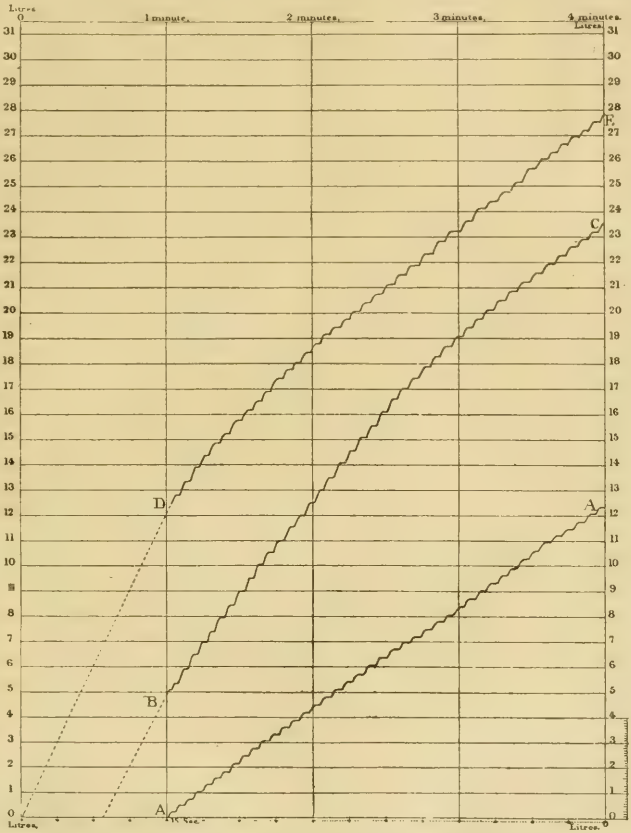


Fig. 6. — *Graphique respiratoire.* — AA, respiration normale sur la selle du monocycle; BC, respiration au repos après une marche sur place de une minute (84 pas); DE, respiration au repos après 140 abaissements de pédale dans une minute. Les lignes pointées indiquent la respiration pendant l'exercice dans chaque expérience.

Ainsi donc, l'effort de la volonté ou de l'attention se traduit par un effet bien positif sur la respiration, effet qui rappelle incontestablement celui de la respiration forcée. Si l'on rapproche les deux tracés l'un de l'autre, ils paraissent presque absolument les mêmes.

Voici maintenant une expérience peut-être encore plus curieuse que la précédente. La personne en expérience commence par obtenir un tracé de la respiration automatique et inconsciente, en repos complet. Puis elle fixe son attention sur sa respiration, soit sur le jeu de ses muscles respiratoires, tout en forçant modérément l'acte respiratoire. Le volume d'air respiré s'élève alors facilement de 5 litres par minute à 12 ou 15 litres et davantage; puis, au bout d'une ou deux minutes, subitement l'état mental est rendu au repos. On se serait attendu à voir survenir plus ou moins d'apnée, mais ce n'est absolument pas le cas : non seulement il n'y a pas d'apnée, mais le tracé continue à s'élever légèrement pour se recourber et reprendre la direction normale du repos complet. Cette courbe rappelle donc en tous points celle de la respiration pendant un faible exercice.

L'expérience suivante est en parfait accord avec

les deux précédentes. Après avoir obtenu le tracé de la respiration normale en repos AA (fig. 7), la personne en expérience donne à son bras droit un fort mouvement de rotation, pendant une minute, tout en recueillant son tracé expiratoire, puis elle revient subitement au repos. Il en résulte une ascension du tracé bien au delà de la normale, puis, en arrêtant le bras, paraît l'apnée suivie d'une réaction, tandis qu'on se serait attendu à voir la courbe ascendante de l'exercice. Si, pendant le mouvement de rotation imprimé au bras, l'attention est concentrée sur le mouvement du bras (tracé III) (l'effet est le même si l'attention est portée sur un autre mouvement tel qu'une course en bicyclette) (tracé EF), l'apnée est encore plus marquée, et cela à un tel point que, dans une expérience faite le 4 novembre 1895, au repos, après avoir imprimé au bras un mouvement giratoire pendant une demi-minute en fixant l'attention sur le mouvement, ma respiration s'est presque arrêtée pendant vingt et une secondes et celle de mon assistant, dans des conditions semblables, pendant quinze secondes. Cet arrêt de la respiration est tout à fait involontaire et n'est accompagné d'aucun sentiment de suffocation; le besoin de respirer arrive subitement, et alors surviennent de profondes inspirations, se succédant rapidement pour revenir bientôt à la respiration normale.

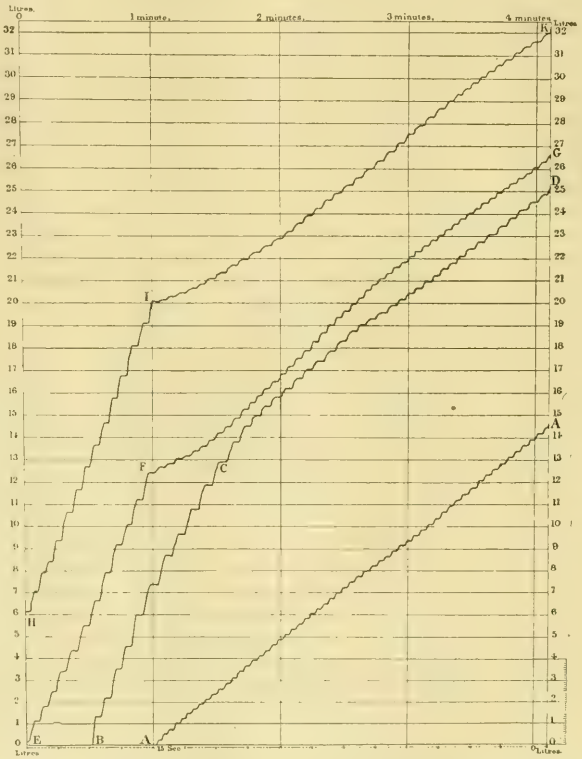


Fig. 7. — *Graphique respiratoire.* — AA, respiration normale; BC, rotation du bras avec l'attention concentrée sur la respiration; CD, retour à la normale; EF, rotation du bras, volonté fixée sur une course en bicyclette; FG, retour à la normale; HI, rotation du bras, attention fixée sur le mouvement du bras; IK, retour à la normale.

Maintenant, répétons le mouvement giratoire du bras, mais en portant l'attention non plus sur le bras, mais sur l'action respiratoire; alors le phénomène est changé, la respiration est bien activée comme auparavant, mais le retour au repos mental n'est plus accompagné d'apnée, le tracé BC continue sa direction ascendante, puis se recourbe et revient parallèle à celui de la respiration normale au repos complet.

Je dois ajouter que ces phénomènes se représentent également si le bras, au lieu d'être rendu au repos, continue son mouvement giratoire; alors on constate un fait remarquable : c'est la suspension presque totale de la respiration pendant plusieurs secondes, malgré un exercice plutôt violent. Après l'apnée la respiration reprend avec grande énergie. Lorsque l'attention est fixée sur la *respiration* pendant la rotation du bras, si dans le cours de cet exercice l'effort de l'attention est suspendu, l'apnée ne se présente absolument pas et le tracé continue sa direction ascendante.

Voilà donc un certain nombre d'observations très simples dans leur nature et qu'une personne habituée à étudier sa respiration peut constater sans graphiques : mais, en général, je les crois difficiles à reconnaître clairement sans l'usage d'un appareil enregistreur.

IV

Étant donnés ces faits, tâchons maintenant de remonter à leur cause. Le premier effet qui nous

frappe est l'augmentation inconsciente du volume de l'air inspiré sous l'influence d'un effort de la volonté ou de l'attention. Ce phénomène se présente à l'exclusion de tout mouvement musculaire. Or on est bien d'accord, en Physiologie, que le volume d'air respiré involontairement n'augmente que quand le corps en ressent la nécessité; par conséquent l'effort de la volonté ou de l'attention demande l'absorption d'un excès d'air, soit d'oxygène. Je me suis appliqué, par un grand nombre d'analyses, à déterminer expérimentalement s'il est possible de constater l'absorption d'un excès d'oxygène dans ces conditions, et je suis arrivé à démontrer que cette absorption a bien lieu en effet.

Le siège de ce phénomène doit nécessairement être le foyer moteur du cerveau en rapport avec l'effort de la volonté ou de l'attention intéressée dans l'expérience. On arrive ainsi à la conclusion que tout effort volontaire de l'attention ou de la volonté demande une absorption d'oxygène dans le foyer moteur du cerveau correspondant à cet effort. Ceux que ce sujet pourrait intéresser trouveront cette question traitée en détail dans une des quatre conférences sur la respiration que j'eus l'honneur de faire au Collège Royal des Médecins de Londres (Royal College of Physicians) en 1895[1]. Depuis cette époque j'ai obtenu de nouveaux résultats et mon travail sur la respiration de l'Homme maintenant sous presse paraîtra, j'espère, prochainement.

Avant de finir cet article, il me reste à déterminer la cause de l'apnée. Nous avons vu que ce phénomène ne paraît pas devoir s'expliquer par une absorption préalable d'oxygène. Il y a plus : nous pouvons donner la preuve que ce n'est pas là l'explication du phénomène :

1° Par le fait de l'absence d'apnée lorsqu'en faisant tourner le bras, ou dans la respiration forcée, l'attention est concentrée sur l'acte respiratoire lui-même, puisque, dans ces cas, nous avons une augmentation de volume d'air respiré sans apnée.

2° Parce que j'ai observé que, si la respiration forcée se fait avec l'inhalation d'un mélange d'air et d'oxygène (soit un tiers d'oxygène, soit parties égales d'air et d'oxygène), l'apnée, en général, ne se présente pas, et je suis en possession de graphiques démontrant clairement ce phénomène. Ce n'est qu'après avoir forcé la respiration au degré maximum, tout en respirant l'air oxygéné, que le graphique révèle faiblement l'apnée.

Ces considérations montrent bien que l'apnée est indépendante de l'absorption préalable d'oxygène. Pour moi, ce phénomène tient à la relation existant entre les foyers moteurs cérébraux et le centre cérébral de la respiration. L'excitation d'un foyer moteur cérébral vient-elle à s'arrêter, la respiration, n'étant plus activée par ce centre, reprend son état normal exclusivement sous l'influence du centre respiratoire; mais, dans mon hypothèse, cet état normal ne revient pas immédiatement; de là un affaiblissement momentané de la respiration ou même peut-être une suspension presque complète, dont la durée s'est élevée pour moi jusqu'à 21 secondes et jusqu'à 15 secondes pour mon assistant, après les mouvements rotatoires du bras. Dans ce cas, l'attention est concentrée sur le foyer moteur du bras, et cette excitation réagit sur le centre cérébral respiratoire. Je suspends brusquement l'attention et le mouvement, la respiration rentre sous le contrôle unique du centre respiratoire, mais il y a quelques secondes de retard qui me paraissent expliquer l'apnée.

On pourrait presque regarder comme démonstration de cette théorie le fait que, si l'attention (ou la volonté) est portée exclusivement sur la *respiration* pendant l'exercice, comme, par exemple, dans l'acte de la rotation du bras, en suspendant l'effort de l'attention, l'apnée ne se présente pas; dans ce cas le *centre respiratoire* seul est impliqué. Après la suspension de l'effort mental, la respiration normale et inconsciente s'établit de suite, parce qu'elle n'est pas soumise à cette influence d'un centre sur l'autre, qui réglait la respiration dans l'expérience suivie d'apnée. Comme alors, il n'y a pas de temps perdu, il n'y a pas non plus d'apnée.

Dr William Marcet,
Membre de la Société Royale de Londres,
Correspondant de la Société de Biologie.

[1] Croonian Lectures: *Brit. Med. Journ.*, of *Lancet Journal*, 1895.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LA PHOSPHORESCENCE ET LA FLUORESCENCE EN PHOTOGRAPHIE

Le recours aux phénomènes de phosphorescence et de fluorescence constitue l'une des parties les plus intéressantes de l'art photographique contemporain. La photographie peut, en effet, tirer parti, dans certaines circonstances, de l'impression produite sur les préparations sensibles par la phosphorescence et la fluorescence, c'est-à-dire par les radiations secondaires *lumineuses*, de durée appréciable ou instantanée, que certains corps émettent sous l'influence d'une énergie étrangère. En jetant un coup d'œil sur les expériences, encore peu nombreuses, exécutées sur ce sujet, on se rendra compte des conditions dans lesquelles le procédé est susceptible d'être réellement utile.

Ces expériences peuvent se classer en trois catégories : 1° cas où la substance phosphorescente ou fluorescente sert uniquement de source lumineuse impressionnant la surface sensible ; 2° cas où elle est utilisée pour produire une image sur cette surface par interposition d'un cliché ou de corps plus ou moins faciles à traverser, portant ombre; 3° cas où elle est employée comme écran, pour renforcer l'effet d'un rayonnement capable d'impressionner lui-même, plus ou moins, la surface sensible ; et elle est alors placée en contact avec celle-ci, devant, derrière ou dans la couche même.

1° Impression simple. — Dans ses curieuses recherches sur l'emmagasinement de la lumière (1857-67), Niepce de Saint-Victor a constaté qu'un papier sensible au chlorure d'argent (préparé par double décomposition d'un chlorure alcalin et de l'azotate d'argent) était impressionné par un grand nombre de substances préalablement exposées à la lumière ; pour certaines, il y avait probablement phosphorescence, mais cette action était noyée au milieu d'autres, dont il n'est possible d'établir la participation que par une étude approfondie, laquelle ne peut trouver place dans le cadre restreint de cet article[1].

Vers la même époque, M. Edmond Becquerel[2] a utilisé la photographie sur collodion à l'iodure d'argent pour étudier les effets chimiques de substances phosphorescentes dans son phosphoroscope. Il a opéré sur le sulfure bleu de strontium, le sulfure bleu de calcium, l'azotate d'urane, etc., et a aussi obtenu des impressions photographiques comme avec la lumière solaire.

En 1860, M. Gladstone[3] a reproduit par le même procédé, au collodion, des lettres découpées dans du papier blanc, préalablement immergées dans une dissolution d'une substance fluorescente, et éclairées par la partie ultraviolette du spectre ; l'image des lettres a vivement impressionné la plaque.

MM. Warnerke et Darwin ont cherché, en 1880, à appliquer la phosphorescence aux opérations photographiques[4].

M. Warnerke enduit de sulfure de calcium une plaque de verre, dans l'obscurité ; cette plaque, introduite dans la chambre noire, reçoit l'image donnée par l'objectif et la garde sous forme lumineuse par phosphorescence. Elle est alors mise en contact avec une plaque sensible, qui est impressionnée par ces radiations secondaires ; le développement détermine une image très douce. L'exposition à la lumière doit durer environ une minute ; le contact avec la plaque sensible est plus ou moins long suivant le degré de sensibilité de celle-ci. Dans cette opération, on s'éclaire avec une lumière rouge très faible, et même il est préférable de maintenir l'obscurité parce que, d'après une observation due à M. Ed. Becquerel, les radiations rouges éteignent rapidement la phosphorence. M. Warnerke a utilisé cette propriété pour photographier l'extrémité rouge du spectre ; il expose d'abord la plaque phosphorescente entière à la lumière, puis il y projette le spectre ; la région rouge éteint la phosphorescence, surtout à la place des raies brillantes, qui sont alors traduites par des raies sombres sur la plaque sensible mise au contact de la plaque phosphorescente.

M. Darwin s'est aussi servi de la lumière rouge, mais pour tirer d'un cliché négatif plusieurs exemplaires également négatifs. Pour cela, il expose la plaque phosphorescente au soleil pendant 3 à 4 secondes ; puis, après l'avoir recouverte du cliché négatif, il l'expose de nouveau au soleil, mais cette fois sous un verre rouge, pendant 1 minute 1/2 ; le contact avec la plaque sensible donne un négatif.

M. Draper[1] a proposé de projeter une image sur une plaque phosphorescente et d'opérer ensuite le contact de celle-ci avec une plaque sensible ; il a indiqué l'application à la reproduction des raies du spectre dans l'infra-rouge, et a conseillé le sulfure de calcium à phosphorescence violette.

M. Zenger[2] a pensé qu'en recueillant ainsi l'image des astres, et en prolongeant le contact de la plaque phosphorescente avec la surface sensible, on pourrait augmenter le degré de sensibilité.

2° Interposition de corps plus ou moins opaques. — Les recherches qui ont montré l'effet photographique de la phosphorescence et de la fluorescence au travers des corps opaques ont été suscitées par les rayons Rœntgen et par les expériences de M. Le Bon.

C'est en étudiant ces dernières que M. d'Arsonval[3] a constaté l'action produite par la fluorescence du verre, surtout du verre d'urane, sur une plaque au gélatino-bromure au travers d'une lame de métal et d'un cliché sur verre. D'après lui, les verres qui donnent le résultat le plus appréciable sont ceux qui émettent une fluorescence jaune verdâtre lorsqu'on les éclaire dans l'obscurité par l'étincelle électrique.

Tandis qu'en Allemagne, M. le professeur Krippenvorf[4] impressionnait une plaque au gélatino-bromure au travers du couvercle d'une cassette au moyen de phosphore de Balmain préalablement éclairé, en France, M. Niewenglowki[5] employait le sulfure de calcium avec le papier photographique, M. Troost[6] le gélatino-bromure avec la blende hexagonale rendue lumineuse par la combustion d'un ruban de magnésium.

M. Henri Becquerel[7], après avoir impressionné la plaque sensible au travers d'une lame d'aluminium de 2 millimètres d'épaisseur, au moyen des sulfures de calcium bleu et bleu verdâtre, a étendu ses recherches aux sels d'uranium, puis à l'uranium métallique ; il a

[1] Les Mémoires de Niepce de Saint-Victor relatifs à ces expériences et leur discussion figurent dans mon traité de *La plaque photographique* (Carré et Naud, éditeurs, 1897.)
[2] Voir l'ouvrage de M. Ed. Becquerel sur *La lumière*.
[3] *The British Journal of Photography*, 2 Juillet 1860.
[4] *Traité encyclopédique de photographie de Fabre*, d'après *Photographic News*, 1880.

[1] Fabre, d'après *American Journal*, 1881.
[2] *Comptes rendus*, 1886.
[3] *Comptes rendus*, 2 Mars 1896.
[4] *Gazette de Dresde*, 15 Février 1896.
[5] *Comptes rendus*, 17 Février 1896.
[6] *Comptes rendus*, 9 Mars 1896.
[7] *Comptes rendus*, Février, Mars, Mai 1896.

observé que ces substances exercent sur le gélatino-bromure un effet qui se prolonge pendant longtemps sans qu'il y ait radiation visible.

3° Ecrans. — On peut se demander si, par l'impression lumineuse ordinaire, la couche sensible ne devient pas elle-même phosphorescente. D'après M. Laoureux[1], une glace au gélatino-bromure, dont la couche a été laissée pendant quelque temps en face d'une autre glace déjà impressionnée, mais non développée, à la distance d'un demi-millimètre environ, a donné un négatif de valeur à peu près égale à l'autre. Mais cette expérience, répétée par plusieurs personnes, n'a pu réussir de nouveau[2]; ce fait doit, sans doute, être attribué, comme le pense Eder, à la phosphorescence de certaines gélatinés.

Cette question s'est posée, également, pour les rayons Rœntgen; j'ai montré[3] que, tout au moins avec les plaques Lumière, marque bleue, ces rayons agissent directement sur la couche sensible, sans qu'il soit besoin d'invoquer un effet secondaire provenant du verre, de la gélatine ou du bromure.

Pour renforcer l'effet des rayons X, M. le Prof. Gieseler[4], de Bonn, met au contact de la plaque sensible un papier imprégné de chlorure de fer, ou d'azotate d'urane, ou d'extrait de bois de Cuba; il trouve qu'il y a avantage à tremper la plaque elle-même dans la dissolution de chlorure de fer. Il y aurait à examiner si une action chimique n'intervient pas ici.

MM. Battelli et Garbasso[5] placent des substances fluorescentes derrière la plaque.

M. Ch. Henry[6] dépose sur la plaque du sulfure de zinc.

En Angleterre, M. Gifford[7] emploie le platinocyanure de baryum, et M. Jackson[8], le platinocyanure de potassium.

En Allemagne, la fabrique de produits chimiques Kahlbaum[9] parvenait, dès le mois de mars 1896, à augmenter dans une forte proportion la sensibilité du platinocyanure de baryum, au moyen de cristallisations successives dans certaines conditions. En employant des plaques au gélatino-bromure, sensibilisées à l'érythrosine[10], on obtient, paraît-il, un effet neuf fois plus fort que lorsqu'on n'a pas recours à la fluorescence. Le platinocyanure est répandu en poudre fine sur un papier qui recouvre la plaque.

MM. le Prof. Winkelmann et le Dr Straubel[11] disposent sur la plaque sensible, retournée, du spath fluor en cristal ou en poudre.

En faisant abstraction des actions chimiques que ces différentes substances peuvent exercer sur la plaque sensible, il y a lieu d'observer que si, d'une part, un renforcement de l'effet sur la plaque est ainsi réalisé et permet de diminuer la durée de pose, d'autre part, il est à craindre que le grain inévitable de ces préparations et les défauts de contact de l'écran avec la couche sensible ne nuisent à la netteté. Cet inconvénient a moins d'importance lorsqu'il s'agit de grandes surfaces.

Dans la photographie ordinaire à la chambre noire, l'emploi d'un écran placé en avant ou en arrière de la couche donne lieu aux considérations suivantes : d'abord, il n'y a plus simple *projection*, comme avec les rayons X, mais formation d'une *image*, dont le plan doit coïncider avec la surface sensible; par conséquent, la mise au point étant faite sur cette surface, les images reçues par l'écran disposé, soit en avant, soit en arrière, manquent de netteté. De plus, l'écran en avant intercepte les rayons lumineux, ce qui peut affaiblir l'effet total sur la plaque au lieu de l'accroître. En arrière, il est séparé de la surface sensible par l'épaisseur du support, qui est loin d'être négligeable, d'où perte encore plus forte de netteté. Ces inconvénients disparaissent, il est vrai, si l'on incorpore la substance à la couche sensible; mais il est à craindre, alors, que le rayonnement des parties ainsi rendues lumineuses n'impressionne les parties voisines, au détriment des contrastes et de la netteté. Il serait intéressant d'approfondir expérimentalement cette question, comme on l'a fait pour les teintures qui servent à sensibiliser les plaques pour les différentes couleurs.

Les divers exemples qui précèdent caractérisent le rôle de la phosphorescence et de la fluorescence en photographie, et montrent l'utilisation que l'on peut en tirer dans certaines circonstances.

R. Colson,
Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.

[1] *Bulletin de la Société française de Photographie*, Février 1880, d'après une communication faite à la section de Liège de l'Association belge de photographie.
[2] *Bulletin* d'Août, 1881.
[3] *Comptes rendus*, 27 Avril 1896.
[4] *Photograph. Archiv*, 15 Février 1896.
[5] *Nuovo Cimento*, Janvier 1896.
[6] *Comptes rendus*, 10 Février 1896.
[7] *The Optician*, 12 Mars 1896.
[8] *Photography*, 26 Mars et 2 Avril 1896.
[9] *Photograph. Wochenblatt*, 24 Mars et 21 Avril 1896.
[10] Pour 1.000 c.c. d'eau, 40 c.c. d'une dissolution alcoolique d'érythrosine à $\frac{1}{380}$, 16 gouttes d'une dissolution aqueuse d'azotate d'argent à $\frac{132}{1.000}$, 4 c.c. d'ammoniaque concentré; on plonge la plaque dans ce bain pendant quatre minutes.
[11] *Photograph. Archiv*, 1er Avril 1896.

LA DIVISION DÉCIMALE DU TEMPS ET DE LA CIRCONFÉRENCE

La Commission officielle pour la division décimale du temps et de la circonférence a déjà adopté la division du jour en 24 heures et la division de chaque heure en 100 parties, subdivisées elles-mêmes en 100 autres parties.

Cette division du temps présente des avantages évidents, mais aussi des inconvénients. En particulier, elle ferait disparaître de l'usage courant la seconde sexagésimale qui est l'unité fondamentale de temps dans le système C. G. S., adopté officiellement par le *Congrès international des Electriciens* de 1881.

Le Conseil de la *Société Française de Physique* a institué à ce sujet une sorte de referendum destiné à faire connaître l'avis de ses membres quant à l'opportunité de la mesure proposée. Les réponses ont été reçues jusqu'au 7 du présent mois. Elles seront examinées par une Commission nommée par le Conseil de la Société et composée de MM. Caspari et Lippmann.

Dès à présent, nous croyons savoir que les physiciens sont, en grande majorité, opposés à la réforme. Il semble, d'ailleurs, qu'il n'y aurait que mince avantage à changer le mode de division de l'heure en vigueur, et que la commodité du calcul obtenue de ce fait serait plus que compensée par la perturbation que le système décimal apporterait aux habitudes de vie courante. De même l'unification de l'heure ne nous paraît être tout à fait nécessaire que dans les limites d'un même Etat : ni la Science, ni le Commerce n'ont absolument besoin de l'unification internationale.

Nous pensons enfin que la refonte de toutes nos tables relatives à la division du cercle représente une besogne tellement énorme et fastidieuse qu'elle effraiera même les plus intrépides calculateurs.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Duhem (P.), *Professeur de Physique théorique à la Faculté des Sciences de Bordeaux.* — Traité élémentaire de Mécanique chimique fondée sur la Thermodynamique. *Tome I.* — *1 vol. in-8° de 300 pages avec figures* (*Prix : 15 fr*). *A. Hermann, éditeur. Paris*, 1897.

M. Duhem vient d'ajouter une œuvre nouvelle à la série d'études qu'il a entreprises sur l'ensemble des questions concernant la Mécanique, la Physique, la Chimie et, d'une façon générale, toutes les transformations des corps naturels. Le point de vue, adopté par M. Duhem dans tous ces ouvrages, est d'autant plus intéressant qu'il s'éloigne davantage de celui où l'on s'était le plus souvent placé.

Malgré la complication des phénomènes que nous observons, c'est dans les principes de la Mécanique rationnelle que la plupart des savants en ont cherché une explication admissible et, lorsqu'elle a paru trop difficile, au moins conservaient-ils l'espoir de son existence. De même, les géomètres du siècle dernier tentaient de résoudre par des radicaux toutes les équations algébriques, de ramener aux fonctions simples déjà connues celles qui s'en déduisent par des quadratures, ou aux quadratures les équations différentielles : quand la réalité des faits s'est montrée contraire à ces conceptions primitives, pour en imposer d'autres, plus élevées et plus belles, ce n'est peut-être pas sans regrets qu'ils renonçaient à leur idéal et rompaient avec une tradition dès longtemps établie. Dans les études relatives à l'explication des phénomènes naturels, une situation analogue semble se produire : la conception mécanique présente déjà de telles difficultés que la nécessité de l'abandonner apparaît prochaine à bien des esprits. Pour M. Duhem, la rupture est déjà faite ; la Mécanique n'est plus qu'une branche, la plus simple et la plus abstraite, d'une science plus générale, comprenant aussi les théories physiques et chimiques et les réunissant toutes en une sorte de vaste synthèse.

L'introduction de principes étrangers à la Mécanique actuelle, s'était montrée presque inévitable, à la suite des résultats obtenus en Thermodynamique et des contradictions rencontrées [1] en cherchant à donner dans tous les cas la signification mécanique de l'entropie, ou des fonctions de Massieu, qui s'y rattachent. C'est une fonction de cette espèce, le *potentiel thermodynamique*, dont les propriétés sont sans cesse employées par M. Duhem dans son *Traité de Mécanique chimique*.

Certains phénomènes, d'équilibre ou de dissociation, avaient été traités déjà d'une façon analogue par M. Gibbs, mais un grand nombre de faits restaient inexplicables dans le système adopté par ce savant. Une notion essentielle manquait, celle des *faux équilibres* : elle constitue l'une des importantes contributions de M. Duhem à cette théorie ; pour la concevoir, il est commode de recourir aux analogies mécaniques. Les corps que l'on considère en Mécanique rationnelle ne sont soumis à aucun frottement et, si l'on cherche leurs positions d'équilibre sous l'action de forces données, c'est par des équations qu'elles sont déterminées. Il en résulte que les états d'équilibre ne forment pas, en général, des séries continues. Mais ce sont là de pures abstractions, et les corps naturels se comportent tout autrement. Grâce aux forces de frottement, les états d'équilibre sont définis, non par des équations, mais par des inégalités, de sorte qu'il existe, en général, non des états d'équilibre formant un ensemble discontinu, mais, au contraire, des suites continues d'états d'équilibre aboutissant aux *équilibres limites*.

C'est une idée tout analogue qui sert de guide à M. Duhem dans sa conception des *faux équilibres chimiques*. De même que les états d'équilibre d'un corps soumis à l'action de forces données, lorsqu'ils sont reconnus possibles par la Mécanique rationnelle, le sont toujours, en effet, dans la réalité, mais que la réciproque n'est pas vraie, de même « tout état d'un système, qui est en équilibre selon la Thermodynamique classique, est encore en état d'équilibre selon la théorie nouvelle de M. Duhem ; mais cette théorie indique la possibilité d'une infinité d'états d'équilibre, auxquels s'opposerait la Thermodynamique classique et que l'expérience fait reconnaître véritables ». Ces derniers sont ce que l'auteur appelle les *faux équilibres*. Le rapprochement qui vient d'être fait n'implique évidemment qu'une analogie grossière entre des phénomènes fort différents ; il a fallu toute la sagacité déployée par M. Duhem pour obtenir ou grouper d'une façon convaincante les preuves expérimentales et théoriques, qui appuient sa conception des phénomènes chimiques.

Ce que M. Duhem, en généralisant les notions empruntées à la Mécanique, appelle, d'une façon générale, des *frottements*, ne lui suffirait pas pour donner une explication de tous les phénomènes observés. Une autre sorte de résistances intervient dans les transformations qu'il considère ; elles sont dues à la *viscosité*. M. Duhem désigne sous ce nom une sorte d'extension des actions auxquelles était réservé le nom de viscosité dans l'étude du mouvement des fluides. Les actions dues à cette viscosité, d'un caractère si général, interviennent dans une foule de cas ; c'est ainsi que, dans les transformations thermiques pour lesquelles l'expression de Clausius $\int \frac{dQ}{T}$ (ou dQ représente la chaleur dégagée par le corps qui se transforme) est positive, M. Duhem calcule sa valeur et montre comment elle dépend du travail de la viscosité.

Toutes ces vues nouvelles permettent à l'auteur d'étudier, avec une grande précision, les questions relatives à la stabilité et au déplacement de l'équilibre chimique, soit sous pression constante, soit à température ou volume constant. Les données acquises par les expériences les plus délicates et les plus récentes sont passées en revue et trouvées en concordance parfaite avec les prévisions établies par la théorie. Mais les principes exposés par M. Duhem ne s'appliquent pas seulement à l'étude des conditions de l'équilibre chimique. Ils permettent aussi d'examiner un autre genre de questions et d'en présenter une théorie conforme à toutes les observations faites ; il s'agit de la vitesse des réactions. L'influence de la température sur cette vitesse est un fait depuis longtemps mis en lumière par les expériences de M. Berthelot, et les conditions qui en résultent pour l'une des expressions introduites par M. Duhem lui donnent le moyen de déduire de ce fait des conséquences intéressantes, de nature à faire mieux comprendre soit la méthode du refroidissement brusque, utilisée par M. Lemoine dans ses recherches sur la dissociation de l'acide iodhydrique, soit le rôle de l'étincelle électrique pour produire certaines combinaisons ou décompositions, notamment dans les gaz.

Le dernier chapitre de l'ouvrage est consacré aux explosions et à la vitesse de l'onde explosive. C'est la première fois, semble-t-il, qu'une tentative est faite

[1] Poincaré : *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*. « Sur les tentatives d'explication mécanique des principes de la Thermodynamique, » 18 Mars 1889.

pour analyser les conditions théoriques dans lesquelles se produisent les explosions et pour calculer, au moins dans certains cas, la vitesse de propagation de l'onde explosive. A cet effet, M. Duhem s'appuie, d'abord sur tous les résultats déjà obtenus dans les chapitres précédents de son ouvrage, puis sur un théorème général, découvert par Hugoniot et d'une importance prépondérante dans tous les problèmes de cette espèce.

Il est impossible de terminer ce résumé sans constater la clarté et la précision particulières avec lesquelles M. Duhem a réussi à traiter le sujet qu'il s'était proposé. L'auteur intitule son ouvrage *Traité élémentaire de Mécanique chimique* et le juge accessible à tout lecteur ayant suivi les cours de Mathématiques spéciales. Je n'ose affirmer qu'un lecteur, pris au hasard dans cette catégorie, suivrait toujours sans peine le chemin tracé par M. Duhem. Il serait, en tous cas, assuré de n'y trouver aucune difficulté qui ne soit inhérente à la nature même du sujet, à la variété et à l'étendue des questions étudiées. R. Liouville.

Ingénieur des Poudres et Salpêtres.

2° Sciences physiques

Ponsot (A.), *Agrégé de l'Enseignement secondaire.* — **Recherches sur la congélation des solutions aqueuses étendues.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *Brochure in-8° de 114 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1896.

On sait quelle importance a prise dans ces dernières années l'étude des dissolutions : à la suite des recherches, classiques désormais, de Raoult, après le célèbre mémoire de Van T'Hoff : *Sur les lois de l'équilibre chimique dans l'état dilué, gazeux, ou dissous*, des horizons entièrement nouveaux apparurent aux yeux des chercheurs dans un champ pourtant bien souvent et bien anciennement parcouru; aussi, de toute part, les physiciens et les chimistes se mirent à l'œuvre et la biographie complète de tous les travaux entrepris sur ce sujet tiendrait un volume à elle seule. Malgré l'abondance ou peut-être à cause de la multiplicité même de ces recherches, bien des points sont restés un peu obscurs, et telle ou telle théorie repose encore sur une base dont la solidité a été assez mal vérifiée; c'est donc faire aujourd'hui œuvre très utile que de revenir au point de départ et d'étudier de près les assises du sujet.

Dès le début de son intéressante thèse, M. Ponsot examine une question dont la solution semble bien simple, mais qui est, cependant, restée encore très controversée. Dans la solidification progressive et à température constante des solutions aqueuses, la masse solide qui se forme est-elle une combinaison d'eau et de sel, un *cryohydrate* comme on désigne les combinaisons ainsi produites, ou bien un mélange de glace et d'un sel anhydre ou hydraté bien défini ?

Par l'observation microscopique de solutions de sels colorés, ou par l'examen dans la lumière polarisée, M. Ponsot arrive à conclure que les cryohydrates n'existent point, la congélation produit tout simplement un mélange très intime de glace et d'un sel identique à celui que l'on obtiendrait par évaporation à la même température; pour toutes les solutions examinées la conclusion est certaine, et sans doute il n'est pas trop téméraire de l'étendre, comme le fait l'auteur, à tous les cas. Cette question ainsi tranchée, M. Ponsot aborde ensuite la détermination, devenue si importante après les belles découvertes de Raoult, des températures de congélation des solutions aqueuses étendues; mais il a jugé, avec beaucoup de raison, qu'il était tout d'abord nécessaire de préciser les conditions dans lesquelles il convient d'observer la solidification : il montre clairement que pour obtenir, avec la méthode usuelle, des résultats exacts, il faut que la température maximum corresponde à un régime permanent et que le thermomètre soit complètement soustrait au rayonnement. Les précautions que nécessitent ces conditions n'ont certes pas toujours été prises, et l'on ne saurait dès lors s'étonner des divergences fort considérables qui existent entre les déterminations relatives aux mêmes solutions faites par divers auteurs, ou même successivement par le même expérimentateur. M. Ponsot a institué une méthode simple, à l'aide de laquelle il mesure une constante parfaitement définie; l'appareil employé est bien combiné, et les températures sont mesurées à l'aide de thermomètres parfaitement étudiés et observés avec toutes les précautions aujourd'hui bien connues. Des déterminations nombreuses ont été ainsi faites sur des solutions différemment concentrées de onze corps, et les valeurs obtenues méritent toute confiance; signalons plus particulièrement ce fait que les résultats, peu nombreux il est vrai, présentés par l'auteur sur l'abaissement moléculaire limite du point de congélation lui paraissent de nature à faire rejeter l'hypothèse d'Arrhénius, d'après laquelle les ions auraient même pouvoir d'abaissement du point de congélation. Les mêmes résultats ne semblent pas non plus conformes aux lois de Raoult, et l'exemple de l'acide oxalique étudié soigneusement tend à prouver que la méthode cryoscopique ne serait pas infaillible pour fixer le poids moléculaire des substances organiques.

Outre ses recherches expérimentales, M. Ponsot a introduit dans sa thèse quelques essais théoriques sur les abaissements du point de congélation des dissolutions; il serait assez difficile de résumer ici ces pages où l'auteur a rassemblé des chapitres intéressants, mais qui ne constituent pas encore un tout bien homogène, un corps complet de théorie. Le mémoire de M. Ponsot ne tranche pas, à coup sûr, toutes les questions abordées; mais on voit, d'après ce qui précède, qu'il renferme des résultats solidement établis, et qu'il constitue certainement une très intéressante contribution à l'étude des dissolutions. Lucien Poincaré,

Professeur adjoint à la Sorbonne.

Mathias (E.), *Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Toulouse.* — **Sur l'étude calorimétrique complète des liquides saturés.** — 1 *brochure in-4° de 52 pages* (*Extrait des Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse, tome X*), 1897.

L'objet du travail de M. Mathias est de déterminer les chaleurs spécifiques des gaz liquéfiés et de leur vapeur saturée, ainsi que les chaleurs de vaporisation interne et externe. Il était particulièrement intéressant de poursuivre cette étude jusqu'aussi près que possible du point critique ; les déterminations de ce genre font presque complètement défaut dans la science, et en particulier la chaleur spécifique d'une vapeur saturée sèche n'avait pour ainsi dire jamais été déterminée, car le calcul approximatif qu'on en avait fait pour quelques substances, en substituant à la chaleur spécifique du liquide à saturation celle à pression constante, ne peut plus rien donner dès qu'on approche du point critique.

Voici, par exemple, comment M. Mathias détermine cette chaleur spécifique : une petite sphère métallique, résistante, de volume connu, contient un poids connu et réglable à volonté P du corps à étudier; si on connaît aux diverses températures les volumes spécifiques du liquide et de sa vapeur saturée, on pourra pour une température 0 calculer les poids π de vapeur et $P-\pi$ de liquide renfermés dans la petite sphère. Une opération calorimétrique, exécutée par la méthode des mélanges, permet de déterminer la quantité de chaleur Q nécessaire pour porter le mélange ci-dessus de 0° à la température $t°$ (calculable) pour laquelle tout est réduit en vapeur saturée.

Cela fait, M. Mathias montre que, si, partant du même état initial à 0°, on arrive au même état final (vapeur saturée à $t°$) en vaporisant d'abord le poids π de liquide (ce qui absorbe une quantité de chaleur connue si les chaleurs de vaporisation ont été déterminées), puis en portant le poids P de vapeur maintenu à saturation,

jusqu'à t^0; la chaleur Q_1 absorbée par ces transformations différera de Q par le travail extérieur qui est calculable si les tensions de vapeur sont connues. En exprimant cette différence, on obtient une relation de laquelle on peut tirer (tout le reste étant calculable) *la quantité de chaleur nécessaire pour porter le poids* P *de vapeur maintenue saturée et sèche de* 0^0 *à* t^0.

On fait une série de déterminations analogues entre 0^0 et t'^0, 0^0 et t''^0, etc., et on construit une courbe ayant pour ordonnées les valeurs correspondantes de Q_1, Q'_1, Q''_1, etc., et pour abscisses les températures t^0, t'^0, t''^0, etc.; le coefficient angulaire de cette courbe en un point quelconque fait connaître la chaleur spécifique de la vapeur saturée à la température correspondante.

La chaleur spécifique du liquide et la chaleur interne de vaporisation sont obtenues par M. Mathias par une méthode analogue (au moyen de relations contenant ces quantités et la chaleur spécifique de la vapeur saturée); il semble toutefois résulter du degré d'approximation de l'une des relations employées que ces coefficients sont déterminés moins rigoureusement que la chaleur spécifique de vapeur saturée, dont la détermination est indépendante de celle du liquide.

Les courbes de M. Mathias montrent que les chaleurs spécifiques de liquide et de vapeur saturée deviennent infinies au point critique, la première positivement et la seconde négativement; la courbe relative à la vapeur donne de suite les températures des deux points d'inversion et la température sous laquelle la chaleur spécifique est maxima.

M. Mathias conclut de la discussion de ses résultats, que le théorème des états correspondants ne s'applique aux chaleurs de vaporisation que dans le voisinage du point critique, tandis que la chaleur interne de vaporisation obéit à cette loi. Quant à ce qui est des températures d'inversion, M. Mathias ne croit pas que la loi de Van der Waals s'y applique; sur ce point il est en divergence d'opinion avec M. L. Natanson.

On pourrait reprocher à la méthode suivie par M. Mathias d'exiger la connaissance préalable d'un grand nombre d'éléments dont plusieurs sont difficiles à déterminer (chaleurs latentes de vaporisation, volumes spécifiques du liquide et de la vapeur saturée, tensions maxima) et que, du reste, M. Mathias a prises dans ses propres travaux antérieurs; mais cette complication, pour ainsi dire inévitable, constitue la difficulté même du sujet, et M. Mathias n'en a que plus de mérite de l'avoir abordé; l'auteur a pris soin d'évaluer l'approximation des nombres qu'il donne d'après celle que l'on peut supposer aux données qui sont entrées dans ses calculs, approximation suffisante pour énoncer les résultats très intéressants que contient son Mémoire.

E.-H. Amagat,
Correspondant de l'Académie des Sciences.

Lenoble (E.), *Professeur de Chimie à l'Université libre de Lille.* — **La Théorie Atomique et la Théorie dualistique.** — 1 *vol. in-8° de* 96 *pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1897.

Ce petit ouvrage est destiné à l'enseignement et s'adresse surtout aux professeurs qui, ayant pris autrefois l'habitude de la notation en équivalents, se trouvent aujourd'hui obligés de se servir de la notation atomique. L'auteur nous a assuré lui-même, à notre grande surprise, qu'ils sont encore nombreux; nous désirons vivement que l'opuscule de M. Lenoble réponde au désir de son auteur et qu'il contribue à éclairer d'une dernière lumière les attardés ou les récalcitrants.

L. Maquenne,
Maître de Conférences à la Sorbonne.

3° Sciences naturelles

Coupin (Henri), *Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Recherches sur l'absorption et le rejet de l'eau par les graines.** — (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *broch. in-8° de* 96 *pages avec* 34 *fig.* (*Extrait des Ann. des Sc. nat.* 8° *série. Bot., tome II*). *G. Masson, éditeur. Paris*, 1896.

Parmi les conclusions obtenues par l'auteur nous citerons les suivantes:

Les graines placées dans l'eau en absorbent, mais l'eau ne peut passer de l'extérieur dans l'embryon que par le contact du tégument, et l'eau absorbée ne se déverse pas à l'intérieur de ce dernier.

Les graines anesthésiées, dans la majorité des cas, absorbent autant d'eau que les graines vivantes. Une blessure dans le tégument augmente dans des proportions considérables la vitesse de pénétration de l'eau, mais elle est sans influence sur le pouvoir absorbant maximum.

Au moment de la germination, la déhiscence du tégument n'est pas produite par l'augmentation du volume de l'amande qui absorbe de l'eau, et la radicule est incapable de percer le tégument par la simple force qu'elle développe en croissant; il est donc probable que la radicule sécrète une diastase qui diminue la résistance du tégument en dissociant les cellules.

Dans une graine qui absorbe de l'eau, le volume total n'est jamais égal à la somme des volumes de la graine sèche et de l'eau absorbée; il est plus grand ou plus petit, et l'on dit, assez improprement, qu'il y a eu dilatation ou contraction. Or, l'auteur établit qu'il y a dilatation, puis contraction, chez toutes les graines à tégument mince et qui se plissent, tandis qu'il y a contraction chez les graines à tégument dur, les graines où le tégument est adhérent à l'amande, les akènes et les graines blessées.

C. Sauvageau,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Lyon.

Duval (Mathias), *Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Académie de Médecine.* — **Précis d'Histologie.** — 1 *vol. in-8° de* 956 *pages avec* 408 *fig.* (*Prix : 18 fr.*) *G. Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1897.

Le *Précis d'Histologie* que vient de publier le Professeur Duval est une œuvre qui fait honneur à la science française. L'auteur a mis dans ce livre cette belle clarté, cette conscience méticuleuse, ce savoir solide et cet esprit critique qui caractérisent son enseignement aussi bien que ses travaux personnels. Il suit avec rigueur et méthode le plan qu'il a conçu et qu'il expose et défend dans une préface où il nous initie aux idées et aux principes qui lui ont servi de guide.

Tout d'abord les limites exactes dans lesquelles l'ouvrage doit évoluer sont tracées avec soin. M. Duval a voulu faire un précis d'histologie, c'est-à-dire d'anatomie générale et non un traité d'anatomie microscopique. Les caractères propres à ces deux parties de la science sont soigneusement établis. L'histologie étudie les éléments anatomiques en eux-mêmes et dans leur association en tissus; l'anatomie microscopique est beaucoup plus spéciale, elle s'occupe de la disposition topographique des éléments dans les systèmes ou dans les organes, mais seulement lorsque ceux-ci ont une constitution assez complexe pour que leur étude histologique ne suffise pas à faire connaître leur texture anatomique. Aussi certaines parties, telles que les muscles et la rate, par exemple, qui n'ont pas d'anatomie microscopique, celle-ci étant connue quand on a fait leur histologie, seront-elles étudiées dans l'ouvrage d'histologie et non dans celui d'anatomie microscopique que M. Duval nous promet.

Cela posé, l'auteur reconnaît que, dans l'état actuel de la science, un traité d'histologie doit, logiquement, débuter par l'étude de la cellule, puisque c'est d'elle que dérivent tous les éléments; mais, ajoute-t-il, « le grand effort des histologistes actuels a pour objet d'établir la filiation des éléments anatomiques, pour en dresser, en quelque sorte, l'arbre généalogique; ici, comme dans toutes les sciences biologiques, le problème de l'origine occupe la première place. C'est cet ordre d'idées qui

présidera à l'exposé qui va suivre. Nous commencerons l'étude de l'histologie par celle de la cellule; puis nous étudierons l'ovule, cellule-mère de tous les autres éléments anatomiques; et pour établir la filiation de ceux-ci, nous ferons rapidement l'histoire de la division de l'œuf, de la formation du blastoderme et des principales dérivations blastodermiques. Ces dérivés blastodermiques sont précisément les *éléments anatomiques* que nous passerons en revue, comme formant l'objet essentiel des études d'histologie ». Nous avons relevé ce passage de l'introduction, car il nous a paru résumer très exactement l'idée fondamentale de l'auteur; il explique en même temps la part très large qui a été faite aux éléments mâles et femelles ainsi qu'à la fécondation, à la segmentation et à la blastulation, qui forment des chapitres du plus haut intérêt.

Voici d'ailleurs les sept parties dont se compose l'ouvrage : 1° la cellule en général; 2° les cellules sexuelles, la fécondation et le blastoderme; 3° les tissus épithéliaux et les glandes : 4° les tissus de substance conjonctive; 5° les tissus musculaires; 6° le sang et les vaisseaux sanguins; la lymphe et les vaisseaux lymphatiques; enfin 7° le système nerveux.

Pour certaines questions, l'auteur a employé une méthode d'exposition qu'il désigne d'une manière très heureuse sous le nom d'*évolution historique*, c'est-à-dire que dans le développement de ces questions il analyse dans leur succession les idées que les anatomistes se sont faites à leur propos et c'est comme conclusion finale qu'il fait connaître l'état de la science actuelle sur le sujet étudié. Au point de vue didactique, cette méthode a le double avantage d'être à la fois attrayante et instructive; l'histoire de la fibre musculaire striée et celle de la constitution des fibres nerveuses à myéline, par exemple, prennent par là un intérêt beaucoup plus grand, le lecteur ne pouvant rester indifférent à tous ces efforts des chercheurs pour arriver à la solution de problèmes délicats.

Mais ce qui fait peut-être plus encore l'attrait de l'ouvrage de M. Duval c'est qu'il n'a pas manqué de donner un développement important à toutes les questions de physiologie générale qui se rattachent si intimement à l'anatomie générale. L'esprit est complètement satisfait à la lecture de chapitres tels que ceux de la fécondation, des processus histologiques de la sécrétion, des phénomènes microscopiques de la contraction et de tant d'autres qui marquent les progrès immenses accomplis par la science, grâce au microscope et aux méthodes d'investigation qui se sont si grandement développées depuis vingt ans.

« Préparer et puis faire une leçon a toujours été pour moi, écrit M. Duval, la source des plus vives satisfactions que puisse procurer l'activité cérébrale et même physique. Je voudrais pouvoir espérer que le lecteur s'apercevra que je n'ai pas eu moins de plaisir à écrire ce *volume* et à en dessiner les schémas. » Nous croyons pouvoir affirmer que l'auteur ne se berce pas d'un chimérique espoir, car on éprouve, certes, à lire son ouvrage, au moins autant de plaisir qu'il avoue en avoir eu à l'écrire.

Dr H. Beauregard,
Assistant au Muséum.

4° Sciences médicales

Vieillard (C.). — **L'Urine humaine. Urines normales, anormales et pathologiques.** *Avec une Préface de* M. **Armand Gautier,** *de l'Institut — 1 vol. in-12 de 434 pages avec 20 fig. et 4 pl. (Prix : 6 fr.). Société d'Editions scientifiques. Paris,* 1897.

Le livre de M. Vieillard se divise en trois parties. La première, toute théorique, concerne l'étude des éléments de l'urine, leur origine, leurs transformations et touche par conséquent à la nutrition générale de l'organisme. Dans la deuxième partie, l'auteur décrit avec soin les méthodes et les procédés d'étude de l'urine normale : recherche et dosage des éléments. La troisième partie a trait aux urines anormales et pathologiques.

Louons d'abord M. Vieillard d'avoir fait précéder l'exposé de la technique urologique d'une étude théorique de l'urine. Cette étude contient un exposé fort clair et tout à fait au courant des idées actuelles sur la nutrition, du rôle de l'urine dans la désassimilation, de la toxicité et de la septicité de l'urine. Un tel exposé didactique rend plus facile à comprendre et plus attrayante l'étude des procédés d'analyse et de recherche, et en fait mieux saisir l'importance et l'intérêt.

La partie proprement technique du livre est traitée d'une façon claire et sûre. Sans nous exposer toutes les méthodes proposées pour telle ou telle recherche, M. Vieillard se borne à nous donner les méthodes que le consensus général et aussi son expérience personnelle lui ont montrées comme étant les plus sûres et les plus précises. A ce point de vue, son livre sera consulté avec grand intérêt aussi bien dans le cabinet du médecin que dans le laboratoire et, comme le dit dans sa préface le Professeur A. Gautier : « On peut conseiller ce petit traité aux médecins instruits qui cherchent à s'élever au-dessus de la tradition empirique aussi bien qu'aux chimistes qui peuvent être appelés à les renseigner sur le problème délicat de la composition des urines normales ou pathologiques et sur la signification précise des variations que révèle leur analyse. »

Dr J.-E. Abelous,
Chargé du cours de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Toulouse.

Lyon (Dr Gaston), *Ancien chef de Clinique Médicale à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Traité élémentaire de Clinique thérapeutique.** *2e Edition. — 1 vol. gr. in-8° de 1154 pages (Prix : 15 fr.). G. Masson et Cie éditeurs. Paris,* 1897.

Nous voyons avec plaisir cet ouvrage parvenir à sa seconde édition. Mais cette seconde édition a été tellement remaniée et amplifiée que c'est en vérité un nouveau traité que M. G. Lyon offre aujourd'hui à ses lecteurs. Ces modifications profondes ont été rendues nécessaires par les progrès incessants de la thérapeutique. La matière médicale s'accroît de jour en jour de nouvelles substances. Les essais se multiplient et la sérothérapie a ouvert un vaste champ d'études aux thérapeutes. Elle n'est qu'à ses débuts et elle a déjà des résultats majeurs à son actif. De même l'emploi des extraits glandulaires en est encore à la période des tâtonnements presque empiriques. Ces méthodes récentes ont été attentivement suivies par M. G. Lyon. Il les a exposées avec détails.

Le côté purement pratique a été l'objet d'une constante sollicitude de la part de l'auteur. Cela constitue un des plus grands mérites de son livre et lui donne, à nos yeux, une supériorité évidente sur des ouvrages infiniment plus prétentieux. Avant la thérapeutique de chaque maladie, on trouve une rapide revue des notions acquises récemment sur l'affection dont il s'agit. Le lecteur est ainsi mis au courant des théories pathogéniques actuelles et comprend plus exactement les raisons des moyens thérapeutiques qui suivent. L'auteur ne craint pas d'entrer dans les détails des soins immédiats. Et cela est très précieux. Combien rares sont les médecins qui savent « soigner » les malades, qui leur donnent les conseils élémentaires, la manière de s'y prendre. Le médecin a en tête de trop hautes conceptions pathologiques pour condescendre à des besognes d'infirmier : aussi laisse-t-il le malade dans l'embarras et le traitement institué perd la majeure partie de son efficacité parce qu'il est appliqué tout de travers. Le livre de M. Lyon comble cette lacune de l'enseignement et de la pratique médicale. Nous souhaitons à la seconde édition de la Clinique Thérapeutique, telle qu'elle se présente aujourd'hui, avec toutes ses améliorations, le légitime succès qui lui est dû.

Dr A. Létienne.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1er Mars 1897.

La Section de Botanique présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. Trécul : en première ligne, M. G. Bonnier ; en seconde ligne, M. Bureau, M. Maxime Cornu, M. Prillieux, M. B. Renault, M. R. Zeiller. — M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie le décès de M. Weierstrass, Associé étranger. — M. Ch. Hermite lit une notice sur la vie et les travaux de Weierstrass.

1° Sciences mathématiques. — M. J. Guillaume adresse ses observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le quatrième trimestre de 1896. Les taches ont augmenté en nombre, mais diminué en surface ; les groupes de facules sont en diminution. Comme les taches, les facules sont plus nombreuses dans l'hémisphère austral. — M. E. Picard donne une méthode de calcul des résidus des intégrales doubles de fonctions rationnelles, en traitant la question à un autre point de vue que M. Poincaré. Il arrive à démontrer que tous les résidus de l'intégrale double peuvent être regardés comme des périodes cycliques ou polaires d'une intégrale abélienne. — M. A. Pallet résout diverses questions de la théorie des surfaces en rapportant la surface considérée au système d'axes rectangulaires formé par la normale et les tangentes aux lignes de courbure en un point.

2° Sciences physiques. — M. Henri Becquerel communique de nouvelles expériences sur l'action électrique des rayons uraniques. L'uranium décharge à distance, dans l'air, les corps électrisés à des potentiels quelconques ; l'expérience a vérifié le fait depuis moins de 1 volt jusqu'à plus de 3.000 volts. L'air joue un rôle important dans cette décharge, car c'est lui qui, après avoir été soumis à l'action des rayons de l'uranium, a acquis la propriété de décharger le corps électrisé. Lorsqu'on empêche cet air de venir au contact du corps électrisé ou lorsqu'on le raréfie, on remarque que la décharge est beaucoup plus lente. La loi de la chute du potentiel en fonction du temps semble se rapprocher de la loi du refroidissement des corps. — M. Michel Pétrovitch étudie la décharge des conducteurs à capacité, résistance et coefficient de self-induction variables et indique les conditions d'expérience à réaliser pour que la décharge soit continue ou oscillante. — M. Jean Perrin étudie la décharge par les rayons Röntgen. Il appelle *ionisation cubique* la mise en liberté par les rayons X, sur leur parcours dans un gaz, de quantités égales d'électricité positive et négative, mobiles le long des tubes de force qui les contiennent ; l'*ionisation superficielle* est le phénomène analogue, mais plus intense, qui se produit au contact du conducteur électrisé. L'auteur exprime alors la décharge en fonction des deux constantes d'ionisation cubique et superficielle, de l'intensité et de la distance de la source de rayons et de la pression du gaz. — M. Maurice de Thierry, ayant remarqué dans ses ascensions au Mont-Blanc que les papiers ozonoscopiques bleuissaient rapidement aux altitudes un peu élevées, a entrepris l'analyse de l'air à différentes hauteurs au point de vue surtout de sa teneur en ozone. A Chamonix (1.050 mètres) la quantité d'ozone est de $3^{mg},5$ et aux Grands-Mulets (3.020 mètres) de $9^{mg},4$ par 100 m. c. d'air ; la quantité d'ozone croît avec l'altitude. — M. Tanret a constaté que le coefficient de partage de l'acide nitrique dans un mélange d'éther et d'eau augmente par l'addition de doses croissantes de nitrates. Ce phénomène peut s'expliquer par la formation de nitrates acides, qui seraient dissociés par l'éther ; ce dernier s'emparerait de l'acide devenu libre de sorte que le nouveau coefficient de partage serait la mesure de cette dissociation. — On sait que l'acide oléique, traité par l'acide sulfurique, donne un acide sulfoconjugué, qui, dissous dans l'eau froide, donne de l'acide oxystéarique d'où l'on peut retirer de la stéarolactone. M. David, en opérant cette dernière réaction au-dessous de 0°, est parvenu à obtenir un rendement de 50 °/o en stéarolactone, et espère, en se servant d'acide sufurique à 66°, arriver à un rendement de 80 °/o. — M. G. Blanc qui, par l'action du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique, avait obtenu un acide $C^9H^{14}O^2$, est parvenu à identifier ce corps avec l'acide isolauronolique. Il a préparé les sels métalliques de cet acide, son anhydride, l'aldéhyde et l'alcool correspondants. — M. W. Kühn, ayant observé que les procédés actuels de stérilisation par ébullition à l'air libre ou comprimé amènent une altération très sensible des qualités organoleptiques, a eu l'idée de pratiquer la stérilisation par chauffage dans des vases pleins et clos, s'opposant à toute déperdition de gaz ou de principes aromatiques, et assez résistants pour supporter l'énorme pression qui se développe dans le liquide. Après chauffage, le liquide reste inaltéré et présente la même composition, les mêmes qualités de goût qu'avant la cuisson. — M. Em. Serrant signale un nouveau procédé de dosage ou d'extraction de l'or d'un minerai aurifère. Il consiste à introduire, dans la masse du minerai broyé, un mélange de chlorure de sodium, d'azotate de sodium et d'acide sulfurique. Une fois la réaction terminée, on ajoute de l'eau pour dissoudre le chlorure d'or formé, et l'on précipite l'or soit par le sulfate ferreux, soit par l'acide oxalique ou l'hydrogène sulfuré.

3° Sciences naturelles. — M. Guyon présente le troisième volume de ses « Leçons sur les maladies des voies urinaires ». — M. L. Ranvier a observé le mécanisme histologique de la cicatrisation sur l'épiploon du lapin cautérisé au nitrate d'argent. Il se forme d'abord des filaments de fibrine, simples ou anastomosés, qui s'attachent aux travées du réseau épiploïque ; puis les cellules endothéliales s'hypertrophient, changent de forme et émettent des prolongements protoplasmiques d'une très grande longueur et fort complexes, qui s'accolent aux filaments de fibrine. Les fibres qui naissent de cet accolement ont la propriété de se rétracter (fibres synaptiques) ; elles sont toujours attachées très solidement aux faisceaux du tissu conjonctif, de telle sorte qu'en se rétractant elles les rapprochent peu à peu jusqu'à les amener au contact. — M. J. Pantel communique ses observations sur l'évolution complète d'une larve de *Thrixion Halidayanum* Rond, insecte diptère de la tribu des *Tachininæ*, vivant en parasite sur *Leptynia hispanica* Bol. — M. J. Eriksson a observé que le champignon qui cause la rouille des céréales peut vivre sur les plantes à un état latent (état mycoplasmatique), sous forme de petits corpuscules renfermés dans le protoplasma des cellules chlorophylliennes. Sous l'influence de certaines causes extérieures, ces corpuscules, qui peuvent être restés pendant très longtemps à l'état latent, se développent et donnent naissance à un mycélium qui envahit la plante. — MM. Gust. Rivière et G. Bailhache ont constaté que le porte-greffe exerce une influence considérable sur le greffon, en exaltant ou en affaiblissant la plupart des phénomènes physiologiques dont ce dernier est le siège. Leurs expériences ont porté sur la variété de poirier connue

sous le nom de *Triomphe de Jodoigne*, greffée sur poirier franc et sur cognassier.

Séance du 8 *Mars* 1897.

M. G. **Bonnier** est élu membre dans la Section de Botanique, en remplacement de feu M. Trécul.

1° Sciences mathématiques. — M. **Riquier** établit que tout système *orthonome*, passif et linéaire du premier ordre, peut, par un simple changement linéaire et homogène des variables indépendantes, se ramener à un système *régulier*, passif et linéaire du premier ordre; dans tout système régulier, passif et linéaire du premier ordre, la recherche d'intégrales ordinaires répondant à des conditions initiales données, se ramène à une recherche semblable exécutée successivement sur divers systèmes simples. En résumé donc, l'intégration des systèmes différentiels quelconques est réductible à celle des systèmes simples. — M. **J. Hadamard** indique les propriétés de la série obtenue en multipliant entre eux les coefficients correspondants de deux séries entières. — M. **E. Duporcq** établit que le lieu des centres de gravité A des surfaces S, parallèles à une même surface fermée, est une conique (A). — M. **Delauney** adresse une nouvelle note relative aux relations numériques qu'il a obtenues entre les masses des planètes.

2° Sciences physiques. — M. **L. Marchis** a étudié expérimentalement les causes du déplacement du zéro des thermomètres; pour un thermomètre ayant déjà servi, les oscillations de température ont plus d'influence sur le déplacement que l'échauffement à une température fixe; pour un thermomètre neuf, c'est le contraire qui a d'abord lieu, puis les deux actions ont la même influence et enfin l'action des oscillations devient prépondérante. — M. **Jean Perrin**, partant du fait que les rayons de Röntgen, ionisant les gaz qu'ils traversent, y détruisent les lignes de force qu'ils rencontrent, a utilisé cette propriété pour la mesure des forces électromotrices de contact. Pour cela, il prend deux lames parallèles, formées de métaux différents, et reliées l'une à la cage, l'autre à l'aiguille d'un électromètre; puis il fait passer un faisceau de rayons X dans le gaz qui sépare les plaques, jusqu'à destruction des charges. La variation de potentiel lue à l'électromètre est précisément égale à la différence initiale entre les potentiels des deux couches de gaz situées au contact immédiat des deux plaques, c'est-à-dire à la force électromotrice cherchée. — M. **L. Cailletet** décrit les appareils employés pour recueillir l'air à grande hauteur dans l'ascension de l'*Aérophile* du 18 février 1897. Lorsque le ballon est arrivé au point le plus élevé de sa course, un robinet, de construction spéciale, actionné par un mouvement d'horlogerie, s'ouvre et laisse pénétrer l'air des hautes régions dans un réservoir où l'on a préalablement fait le vide, puis se referme d'une manière automatique et absolue. L'analyse de l'air recueilli a donné : acide carbonique dans 100 volumes d'air = $0^{vol},033$; pour 100 volumes d'air privé d'acide carbonique : oxygène = 20,79 ; azote = 78,27; argon = 0,94. — M. **A. Müntz** fait remarquer que les résultats de l'analyse montrent déjà qu'à l'altitude atteinte la composition de l'air ne s'éloigne pas notablement de celle des régions basses. Mais il convient cependant de perfectionner l'appareil employé et de multiplier les observations avant de se prononcer définitivement. — MM. **P. Schützenberger** et **Boudouard** ont étudié le cérium retiré des sables monazités et l'ont séparé en trois parties : 1° un cérium à poids atomique voisin de 138 et plutôt inférieur, dont la solution ne précipite pas par l'oxyde de cuivre; 2° un cérium à poids atomique voisin de 148, dont le sulfate est précipité par l'oxyde cuivrique et aussi par le sulfate de soude; 3° un cérium à poids atomique voisin de 157, dont le sulfate est précipité par l'oxyde cuivrique, mais n'est pas précipité par le sulfate de soude; les solutions de ce sulfate sont caractérisées par l'aspect gommeux qu'elles prennent pendant la concentration. Ces trois terres peuvent donner des sels cériques jaunes, décomposables par la chaleur en sels céreux blancs. L'examen spectroscopique (étincelles avec chlorure) ne révèle aucune différence entre ces trois terres. — M. **A. Granger** a obtenu, en faisant passer de la vapeur de phosphore sur de l'or très divisé à la température de 400°, un phosphure d'or Au^2P^3, très instable. — M. **H. Baubigny** a cherché à vérifier la méthode de Bunsen pour le dosage de l'antimoine à l'état de peroxyde et à constater s'il ne se produit pas de réduction, et par suite de perte d'antimoine sous forme de Sb^2O^3 volatil; d'après ses expériences, l'oxyde d'antimoine, obtenu par décomposition de l'anhydride antimonique à une température un peu inférieure à celle de la fusion de l'argent, est bien du peroxyde Sb^2O^4, qui reste stable dans ces conditions. — M. **A. Colson** a étudié la décomposition par le gaz ammoniac du chlorhydrate de di-iso-butylamine et du chlorhydrate de pipéridine; la décomposition des sels ammoniacaux par les bases fixes est un phénomène de dissociation hétérogène comparable à la décomposition du chlorure de plomb par l'acide sulfurique. — M. **H. Causse**, en faisant réagir l'aldéhyde salicylique sur la phénylhydrazine, a obtenu un corps fondant à 142°, qui est du phénylisindazol. — M. **Œchsner de Coninck** communique ses expériences relatives aux modes d'action du tannin sur les alcaloïdes et aux limites de la précipitation des solutions d'alcaloïdes par les solutions de tannin. — MM. **Bordas** et **Génin** ont exécuté de nouvelles expériences très précises sur le point de congélation d'un grand nombre de laits; les abaissements obtenus sont bien différents du nombre 0,55 indiqué par M. Winter. Les auteurs concluent donc à nouveau que l'emploi exclusif de la cryoscopie dans l'analyse du lait est insuffisant. — M. **P. Petit** a isolé la dextrine de la bière; elle renferme 3,63 °/₀ de pentoses; le reste est constitué par un corps de formule $C^6H^{10}O^5$. Au point de vue de l'inversion par les acides, la dextrine de la bière se comporte d'une façon tout à fait différente des dextrines ordinaires; elle se rapproche du mélitriose. — M. **V. Martinand** a constaté que les phénomènes d'oxydation du vin peuvent se produire en l'absence de la diastase oxydante dans des conditions particulières d'acidité du vin; dans ce cas, le vin agité avec de l'éther lui cède une substance analogue aux tannins qui semble être la cause de l'oxydation. — M. **A. Lacroix** a étudié les modifications subies par la serpentine sous l'action de fumerolles volcaniques sulfurées. Il y a d'abord attaque de la roche par la vapeur d'eau chargée d'acide sulfurique provenant de l'oxydation de l'hydrogène sulfuré. La magnésie s'élimine sous forme de sulfate double (epsomite), le fer sous forme de sulfate (mélantérite), en partie réduit en sulfure (marcasite) qui se réoxyde en sulfate. Les phénomènes se compliquent de réactions secondaires dues à ces sulfates agissant sur le calcaire. Le résidu final est exclusivement formé par de la silice hydratée ou anhydre. — M. **L. Roze** adresse une note sur la formation de la foudre et le bruit de l'explosion par la décharge électrique.

3° Sciences naturelles. — M. le Dr **Danion** rappelle qu'en 1887, avant les communications de M. d'Arsonval, il avait déjà conclu à l'action salutaire de l'électricité sur les affections dites par le ralentissement de la nutrition. — M. **W. Kilian** donne la description géologique des massifs de la haute Bléone et du haut Var. — M. **Paul Choffat** fait un parallèle entre le Crétacique du Mondego et celui de Lisbonne.

Séance du 15 *Mars* 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Picard** étudie la théorie des surfaces algébriques au point de vue de la géométrie de situation, et établit le théorème suivant : Toute surface algébrique possède $p_1 - 1$ intégrales distinctes de différentielles totales de seconde espèce, p_1 désignant son ordre de connexion linéaire. — M. **A. Pellet** énonce quelques propriétés des systèmes de sur-

faces orthogonales et isothermes. — M. **S. Zaremba** montre que l'extension de la méthode des approximations successives de M. Picard aux équations aux dérivées partielles à trois variables indépendantes dépend de trois théorèmes dont il donne la démonstration. — M. **D.-A. Casalonga** adresse une note sur la formation et le sens de la rotation des planètes.

2° Sciences physiques. — M. **A. Potier** détermine les valeurs du couple accélérateur dans les moteurs asynchrones et en déduit les conditions du régime. — M. **E.-H. Amagat** montre que, lorsque deux substances satisfont à la loi des états correspondants de telle sorte que leurs réseaux puissent être rendus superposables, leurs divers coefficients (coefficients de dilatation, de compressibilité, chaleurs latentes de vaporisation, etc.) satisfont aussi à certaines relations de correspondance qui constituent des formes très intéressantes de la loi; l'auteur établit quelques-unes de ces relations. — M. **Swyngedauw** étudie les conditions dans lesquelles se produit la décharge par étincelle dans les condensateurs; il applique ces considérations à l'excitateur de Hertz pour en expliquer le fonctionnement et il montre, en outre, que, dans chaque décharge, l'excitateur de Hertz émet successivement des vibrations de période décroissante jusqu'à la période normale. — M. **E. Villari** a constaté que les gaz, soumis aux rayons X et ayant acquis la propriété de décharger les corps électrisés, perdent cette propriété lorsqu'on les fait passer dans l'effluve d'un ozonateur. Ce phénomène a encore lieu pendant un certain temps après la cessation de l'effluve, comme si l'ozonateur gardait une activité résiduelle. — M. **M. Berthelot** décrit un appareil simple pour l'application de l'analyse spectrale à la reconnaissance des gaz. Il se compose d'un tube de verre, retourné sur une cuve à mercure et pourvu à sa partie supérieure d'un fil de platine; dans ce tube, on fait entrer un tube capillaire recourbé, contenant un autre fil de platine et fixé à l'intérieur du premier au moyen d'un bouchon, qui permet de l'y faire glisser à volonté. On introduit le gaz à la partie supérieure du tube et on fait jaillir l'étincelle entre les deux pointes de platine. — M. **M. Berthelot** a étudié l'absorption de l'azote par les composés carbonés sous l'influence de l'effluve; il a obtenu des corps tels que :

$$3\,C^6H^6 : 2\,Az;\quad 3\,CS^2 : 2\,Az;\quad 2\,C^4H^4S : Az.$$

L'analyse du produit obtenu avec la benzine a montré qu'il était formé d'un mélange de composés azotés, dont certains sont des alcalis assez énergiques, de l'ordre des diamines, aisément dédoublables avec régénération partielle d'ammoniaque, et certains autres de l'ordre de l'hydrazobenzol et autres dérivés amidés de la benzine et du phénol. Les composés obtenus sous l'action de l'effluve sont très oxydables à l'air libre. — M. **H. Baubigny** a constaté que le peroxyde d'antimoine, parfaitement stable à une température un peu inférieure à celle de la fusion de l'argent, se décompose, si l'on enlève la température, en anhydride antimonieux volatil et oxygène. — M. **Œchsner de Coninck** décrit les réactions du tannin, sec ou dissous dans l'alcool et dans l'éther, avec les solutions alcooliques éthérées des alcaloïdes. — M. **G. Darzens** a préparé divers dérivés chlorés de l'anéthol en traitant ce corps par une solution de chlore dans le tétrachlorure de carbone ; il a obtenu le bichlorure d'anéthol, l'anéthol monochloré, le bichlorure d'anéthol chloré ; tous ces composés conservent l'odeur de l'anéthol. — M. **G. Rouvier** ayant remarqué que la quantité d'iode fixée par l'amidon va en croissant avec la quantité d'iode ajoutée, attribue ce phénomène à la propriété de l'amidon de former plusieurs composés avec l'iode, lesquels composés peuvent dissoudre l'iode en proportions variables. — M. **A. Rosenstiehl** établit expérimentalement que : 1° Contrairement à ce qui était admis, la matière colorante rouge des pellicules du raisin et d'autres fruits est soluble dans le jus non fermenté ; 2° l'action de l'air insolubilise la matière colorante ; 3° elle est une des causes du goût de cuit ; 4° on peut faire des conserves de moût stérilisé possédant la couleur, la saveur et le parfum du fruit à l'état frais ; 5° avec ces données, on peut aborder l'étude de la vinification sur de nouvelles bases. — M. **C. Mestre** adresse une note sur l'emploi de l'acide carbonique dans le soutirage des vins cassés. — M. **L. Lindet** a étudié le vin fourni par des vignes japonaises et chinoises cultivées dans le département de l'Orne, dont le climat est impropre à la culture de la vigne ordinaire. Ce vin a une quantité d'alcool égale à celle de nos vins faibles ; par contre, la quantité d'extrait est deux fois plus grande et la couleur d'une intensité quatre ou cinq fois plus forte que pour les vins ordinaires. Ce vin est appelé à rendre de grands services pour la préparation des vins de coupage. — M. **F. Geay** a déterminé la composition des anciennes poteries indiennes du Venezuela ; les potiers indiens utilisaient une argile bleu-noirâtre à laquelle ils mélangeaient de grandes quantités de spicules d'une éponge d'eau douce commune dans les rivières du pays.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Chauveau** expose la méthode qui lui a permis de constater que, dans le muscle en contraction statique, comme dans un boudin de caoutchouc, le travail positif prend de la chaleur au tissu qui en est l'agent et que le travail négatif en donne, au contraire, à ce tissu. — MM. **Ch. Richet** et **André Broca** communiquent des expériences qui leur ont permis de préciser quelques-unes des lois qui régissent la période réfractaire dans les centres nerveux ; de plus ils ont constaté que la fréquence maximum avec laquelle les excitations motrices discontinues peuvent se produire dans le cerveau sans se fusionner est d'environ dix par seconde. — M. **J.-J. Andeer** a découvert, sur le péritoine de la grenouille et d'autres Vertébrés, une multitude de petits trous lisses, qu'il appelle *ostioles*. Ces ostioles sont pourvus de sphincters et paraissent jouer un rôle important dans les fonctions du péritoine. — M. **J. Pantel** décrit quelques particularités anatomiques observées dans la larve de *Thrixion Halidayanum ;* l'appareil digestif est très simplifié ; il est caractérisé par la réduction en longueur de l'œsophage et de l'intestin postérieur et par la suppression du jabot et des appendices gastriques. — M. **Ch. Janet** continue ses études sur les fourmis et leurs parasites. Les *Antennophorus* sont des parasites qui vivent en épizoaires sur les *Lasius* et qui se nourrissent du liquide nutritif dégorgé par ces fourmis ; leur présence est acceptée par leurs hôtes, qui leur donnent même volontiers la nourriture qu'ils demandent. — M. **Ch. Rousselet** envoie une note, accompagnée d'échantillons, pour confirmer l'efficacité de la formaline, employée, suivant sa méthode, après fixation avec l'acide osmique, pour la conservation des préparations microscopiques. — M. **Ph. Glangeaud** a étudié les affleurements éruptifs des environs de Bourganeuf (Creuse). Il y a reconnu des microgranulites, des porphyres à quartz globulaire, des porphyres à quartz auréolé, des rhyolites et des porphyrites micacées.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 23 Février 1897.

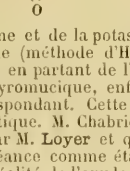
M. **H. Napias** est élu membre titulaire dans la Section d'Hygiène publique, Médecine légale et Police médicale. — L'Académie procède à la discussion du Rapport de la Commission pour l'assainissement de la fabrication des allumettes. Deux opinions sont en présence. M. **Magitot** pense que la solution de la question n'est pas dans la suppression absolue du phosphore blanc, — qu'il trouve à la fois inutile et impraticable, — mais bien dans une application rigoureuse des lois de l'hygiène. Deux dangers sont à craindre : le *phosphorisme* et la *nécrose*. On préviendra le premier par une *ventilation forcée* des ateliers et on empêchera le second par une *sélection* des ouvriers ayant pour but de refuser tous ceux qui sont atteints de carie dentaire,

porte d'entrée ordinaire du mal. — M. **Vallin** soutient la thèse contraire. Pour supprimer le danger, il faut en supprimer l'origine. Malgré toutes les mesures d'hygiène, l'ouvrier finit par s'intoxiquer après un séjour assez long à l'usine; à ce point de vue, les faits cités par M. Magitot ne portent pas sur un espace de temps assez considérable pour justifier pleinement ses conclusions. — M. **Th. Roussel** appuie les paroles de M. Vallin ; en l'état actuel, il est à désirer que les mesures préconisées par M. Magitot soient mises en application ; mais le *seul* remède *radical* est la suppression du phosphore blanc. — M. le Dr **Blocq** donne lecture d'un mémoire sur la tarsoptose et la tarsalgie.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 26 Février 1897.

MM. **Ch. Moureu** et **A. Chauvet** ont obtenu directement le parapropénylanisol de Perkin en chauffant un mélange d'aldéhyde anisique, d'anhydride propionique et de propionate de soude. Cette méthode donne de très bons rendements et peut être généralisée. Tous les composés préparés ainsi par les auteurs ont l'odeur d'anis. — M. **Etard** a reconnu que les chlorophyllanes à l'état de pureté sont incolores; ce sont des carbures, des alcools, des glycérines complexes mais ne renfermant pas d'azote. — M. **Ponsot** a fait de nouvelles déterminations cryoscopiques avec un appareil de M. Raoult. Il croit que la différence entre ses résultats et ceux de ce dernier est due à une différence dans les conditions expérimentales. On ne devrait notamment pas employer d'éprouvettes à gaz comme éprouvettes cryoscopiques. — M. **Freundler** a essayé de préparer l'amine du furfurane :



par l'action du brome et de la potasse sur l'amide de l'acide pyromucique (méthode d'Hofmann) ou par la méthode de Curtius en partant de l'hydrazyde correspondant à l'acide pyromucique, enfin en réduisant le dérivé nitré correspondant. Cette dernière méthode paraît la seule pratique. M. Chabrié rappelle que les cristaux obtenus par M. **Loyer** et qu'il avait présentés dans la dernière séance comme étant de l'émeraude orientale, sont en réalité de l'oxyde de chrome cristallisé. — M. **Nicloux** en collaboration avec M. **Bariduer**, a étudié la distillation de mélanges d'eau et d'alcool renfermant très peu d'alcool. — M. **Maumené** publie les résultats qu'il a obtenus en étudiant les résidus de la préparation de l'acétylène par le carbure de calcium. On trouve dans ces résidus des diamants microscopiques à 48 faces très transparents. — M. **Tanret** a continué ses recherches sur l'influence des nitrates, sur les coefficients de partage de l'acide azotique entre l'eau et l'éther. Il a opéré avec les mêmes quantités de solution sur 20 nitrates différents. Les coefficients trouvés varient dans de très grandes limites. Ils présentent certaines relations numériques remarquables surtout si l'on compare des sels de métaux de la même famille. — M. Friedel présente une note de M. **Alberto d'Aguiar** et **Wenceslau da Silva** : Sur la recherche des colorants de la houille dans les vins blancs et la prétendue confusion de ces colorants avec les couleurs du caramel. — M. **Lefèvre** a déposé une note sur la réaction de Schiff appliquée à la fuchsine acide. E. Charon.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Sciences naturelles

Maria M. Ogilvie, D. Sc. : **Etude microscopique et systématique des types madréporaires de Coraux.** — L'étude microscopique détaillée de la surface de la cloison a révélé l'existence de petites écailles disposées comme les ardoises d'un toit et constituées par des fibres fines d'aragonite, parallèlement disposées ou divergentes. Sur les échantillons frais, on pouvait observer en plusieurs cas, outre ces écailles calcaires, des cellules ectodermiques (calicoblastes) qui étaient attachées à la surface des cloisons. Heider et d'autres auteurs ont déjà signalé la présence fréquente d'éléments organisés sur les surfaces squelettiques. Les écailles observées par l'auteur ont précisément une forme et une taille qui correspondent à celles des calicoblastes et montrent les divers stades qui conduisent de la cellule organique à la cellule calcifiée. Il suit de là que le squelette des Madrépores tire son origine d'une véritable calcification des calicoblastes et non pas, comme Koch le pensait, d'une sécrétion extérieure des cellules. L'auteur a constaté de plus que les écailles calcaires sont disposées en lamelles extrêmement minces et que les fibro-cristaux sont orientés de même dans les lamelles successives.

Voici les stades habituels de la formation du squelette : 1° Un dépôt calcaire se forme à l'intérieur des calicoblastes de l'ectoderme, dont chacune demeure distincte. En même temps de nouvelles cellules ectodermiques se forment au voisinage du mésoglée et celles qui subissent la calcification deviennent des couches peu denses de tissu à demi calcaire, à demi organique; 2° des dépôts fibro-cristallins d'aragonite se forment à l'intérieur des cellules et les parois des cellules s'atrophient. Il se forme ainsi une lamelle calcaire continue qui finit par faire corps avec le squelette; 3° la désintégration et la cristallisation continuent après que la lamelle cellulaire a perdu tout contact vivant avec le polype. La désintégration des débris cellulaires organiques produit, au milieu du dépôt cristallin, des taches et des bandes d'ordinaire charbonneuses. C'est là l'explication des « raies sombres » et des autres particularités de coloration du squelette.

On comprendra facilement la structure fine des cloisons en se souvenant qu'elles se forment à l'intérieur des invaginations radiales de la paroi aborale du corps du polype. Les surfaces des cloisons calcaires sont en réalité des moules des deux faces du repli invaginé formant cloison. Lorsque ces faces sont unies, les lamelles calcaires le sont aussi; mais, d'après les observations de l'auteur, il en est rarement ainsi chez les Madrépores récents. D'ordinaire, ces replis sont marqués de petites dépressions et gaufrés; ils ressemblent aux replis froncés du mésentère et les surfaces des cloisons calcaires sont de même alors granuleuses et cannelées. L'auteur a constaté que, dans tous les cas, les calicoblastes calcifiés des lamelles successives se groupent autour de centres de dépôt définis, situés dans le plan médian de la cloison. Les groupes séparés de calicoblastes prennent alors la forme de faisceaux rayonnants de fibro-cristaux d'aragonite, qui se dirigent du centre du dépôt originaire situé dans le plan médian vers la surface de la cloison. L'auteur a donné le nom de fascicules à ces faisceaux fibro-cristallins et a fait voir en quelles relations ils se trouvent avec les accidents que l'on observe sur les surfaces latérales des cloisons. *L'émergence d'un fascicule donne naissance, à la surface de la cloison, à une granulation.* Ces fascicules sont de dimensions variées; un seul fascicule, s'il est grand, correspond d'ordinaire à une seule granulation; si les fascicules sont petits, plusieurs d'entre eux peuvent, au cours de l'épaississement de la cloison, se réunir en un seul pour former une seule et large granulation noduleuse. La dimension des fascicules individuels dépend de la distance originaire entre les centres de calcification situés aux bords des cloisons. La trabécule (Poutrelle, Edwards et Haime), d'une cloison perforée se compose de groupes symétriques de fascicules, disposés en séries verticales. L'auteur a de plus établi que les cloisons décrites par Edwards et Haime comme imperforées et semblables à des feuilles, sont aussi composées de trabécules. Mais les parties individuelles sont formées d'un couple de fascicules

opposés au lieu d'être composées d'un nombre indéfini de ces fascicules. La majorité des genres d'Astréides possèdent des cloisons où existent les deux espèces de trabécules. L'auteur applique le terme de trabécule simple aux trabécules formées de couples successifs de fascicules, parce que l'axe du dépôt est en tout ou en partie commun aux fascicules opposés, et le terme de trabécules composées à celles qui sont formées de groupes de fascicules. Dans le premier cas, on peut considérer le dépôt fibro-cristallin comme bilatéralement symétrique dans les deux moitiés opposées d'une cloison; dans le second, le dépôt fibro-cristallin est radiairement symétrique autour d'axes trabéculaires idéaux dans le plan médian de la cloison. Chaque membre d'une série successive de couples ou groupes fasciculaires dans une trabécule est appelé par l'auteur un segment trabéculaire (*trabecular part, Trabekelglied*). *Le fascicule peut être regardé comme l'unité anatomique du squelette coralliaire. Deux ou plusieurs fascicules se combinent pour former un segment trabéculaire. Et les variations dans l'arrangement des segments trabéculaires par rapport les uns aux autres donnent naissance à ces variétés sans nombre de formes, que l'on retrouve dans le squelette des Madrépores.* L'auteur a fait l'étude microscopique détaillée des genres suivants : 1° Galaxea, Mussa, Heliastræa, Goniastræa, Montlivaltia, Thecosmilia ; 2° Fungia, Siderastræa, Lophoseris ; 3° Eupsammia, Haplaræa ; 4° Turbinaria, Actinacis, Madrepora, Porites. Ces recherches lui permettent d'établir que des différences dans la structure des cloisons caractérisent les différents types de Madrépores. Elles portent sur la structure microscopique des trabécules et leur arrangement dans le plan d'une cloison.

L'auteur a observé sur des sections de types récents qu'une plus grande quantité de matière cellulaire organique se retrouvait d'ordinaire vers le plan médian plus que vers les surfaces latérales. Il attribue ce fait à la plus grande rapidité de la sécrétion calcique et à la moins complète calcification des calicoblastes qui se trouvent au double bord supérieur des cloisons invaginées. Chez les fossiles, des changements secondaires ont rendu plus ou moins visible la structure de cette partie centrale de la cloison : les produits organiques ont disparu et parfois ont été complètement remplacés par des sels infiltrés. L'auteur soutient énergiquement qu'il n'y a aucune base à la supposition de l'existence d'une cloison primaire dans le plan médian d'une cloison, au sens où cette idée est acceptée par la plupart des paléontologistes. Tout au contraire, les sections de l'auteur montrent que la structure fibro-cristalline de la cloison est la même dans toute son épaisseur, et qu'elle consiste essentiellement en un double système de lamelles calcaires minces, unies ou cannelées, qui correspondent à un dépôt formé par les deux replis opposés d'une invagination.

Les recherches de l'auteur lui ont fait découvrir de nouveaux faits de structure microscopique, qui montrent que l'accroissement en hauteur du polypier se fait par périodes séparées par des phases de repos. Pendant chaque période d'accroissement, il se dépose un certain nombre de lamelles calcaires, « lamelles d'accroissement », qui sont toujours en union intime les unes avec les autres. Des courbes ou lignes d'accroissement régulières se voient nettement sur les surfaces des cloisons et marquent les intervalles qui séparent les périodes d'accroissement successives. L'espace compris entre deux courbes d'accroissement sur la surface de la cloison représente la portion de cloison qui s'est formée pendant une période d'accroissement et l'auteur l'a appelée *segment d'accroissement*. Une observation importante, c'est que la longueur ajoutée à une trabécule pendant une période d'accroissement est toujours un segment trabéculaire (*trabecular part*) ; cette longueur varie d'une trabécule à l'autre dans la même cloison; elle est la plus grande dans les parties externes au voisinage de la paroi. Des granulations se remarquent sur les surfaces des segments trabéculaires. Edwards et Haime ont appliqué le terme de synapticules aux barres intercloisonnaires dans le genre Fungia et les genres apparentés et ont décrit les synapticules comme formées par la coalescence de granulations provenant des surfaces opposées de cloisons voisines. L'auteur démontre que dans les Fungia, les granulations se trouvent rarement dans les logettes intercloisonnaires. Un dépôt calcaire continu se forme dans une invagination spéciale des parties intercloisonnaires de la paroi aborale du corps. Cette observation, rapprochée d'un certain nombre d'autres faites sur divers types synapticulés, a conduit l'auteur à accepter une distinction faite par Pratz et qui n'était plus admise. Pratz constata que les Fungides fossiles qui appartiennent à la sous-famille des Thamnastræinées ont des synapticules formées par coalescence de granulations, et il leur donna le nom de *pseudo*-synapticules. Il réserva le nom de synapticules *vraies* à celles qui se sont formées autour de nouveaux centres de dépôt, hors du plan cloisonnaire. Il les a trouvées dans le genre Siderastræa, mais il n'a point examiné d'autres genres appartenant aux familles des Funginés et des Lophoserinés.

L'auteur a constaté que les pseudo-synapticules ne se retrouvent pas seulement chez les Thamnastræinés, mais aussi chez les Funginés, les Lophoserinés, et parfois chez les Astræidés et les Eupsammidés. Les synapticules vraies, au contraire, apparaissent principalement chez les Funginés et les Eupsammidés, rarement chez les Lophoserinés, et jamais chez les Astræidées. L'auteur regarde les synapticules vraies comme des structures basales représentant des dissepiments modifiés. L'avantage des synapticules pour le polypier consiste en ce qu'elles constituent un support basal sur lequel les parties charnues et les logettes (*loculi*) mésentériques peuvent se recourber et grâce auxquelles elles peuvent se continuer jusqu'à une certaine profondeur. L'auteur, en signalant ces faits, fait remarquer l'analogie qui existe entre le système viscéral canaliculé interne ainsi produit, et le système canaliculé externe que réalise un cœnenchyme poreux dans les colonies de Perforés. En même temps il combat l'opinion généralement acceptée que les types synapticules ont une plus étroite parenté avec les Madrépores, les Porites, etc.; les parties squelettiques en effet présentent de nombreuses et importantes différences de structure, et le cœnenchyme poreux n'est d'aucune manière l'homologue du calice synapticulé.

Il n'y a pas de différence essentielle au point de vue de leur structure microscopique entre les cloisons (*septa*), les côtes (*costæ*) et la paroi, mais l'auteur a trouvé utile pour d'autres raisons de réunir dans son ouvrage les cloisons et les côtes sous le nom commun de structure radiale, tandis qu'il appliquait à la paroi celui de structure tangentielle. Les dissepiments, les planchers (*tabulæ*), les synapticules vraies et certaines espèces de columelles sont regardées par lui comme des structures basales.

La structure microscopique des dissepiments et des planchers est la même. Les uns et les autres sont composés de séries de lamelles d'accroissement calcaires déposées à une surface seulement de la paroi aborale du polypier. Le dépôt fibro-cristallin est donc perpendiculaire au plan de contact entre le polype et le squelette. La distance d'une rangée de dissepiments à celle qui est située immédiatement au-dessus, coïncide chez tous les Astréides typiques avec l'intervalle qui existe entre deux lignes d'accroissement sur la surface cloisonnaire. On en peut déduire que le polypier dépose pour lui-même un nouveau support basal à la fin de chaque période d'accroissement. Le solide dépôt calcaire (appelé habituellement stéréoplasme ou endothèque) qui se trouve à la base des calices courts et simples de la plupart des Turbinolides, a la même structure microscopique que les planchers et les dissepiments et n'en diffère que par le fait que les nouveaux groupes de lamelles d'accroissement sont toujours exactement opposés à ceux qui les ont précédés.

L'aire columellaire ou pseudo-columellaire des Madréporaires récents est considérée par l'auteur comme l'équivalent morphologique de l'aire tabulaire de la plupart des Madréporaires palæozoïques. La columelle vraie, styliforme ou fasciculée, des Turbinolia et genres apparentés est, au point de vue de sa structure, un dépôt basal et peut être considéré comme une modification des planchers qui se sont recourbés en voûte ou entrelacés. La pseudo-columelle est une structure complexe où des dents ou excroissances cloisonnaires s'unissent à un dépôt basal irrégulièrement distribué; elles s'annoncent déjà dans l'entrelacement occasionnel des épines ou extrémités internes des cloisons à l'intérieur de l'aire tabulaire de certains genres palæozoïques. La columelle lamellaire présente un intérêt spécial, l'auteur la considère comme un rudiment d'une cloison principale disparue qui constituerait un lien phylogénétique important entre la symétrie tétramérale et la symétrie radiale des cloisons partout où elles se rencontrent.

On constate actuellement des différences considérables dans l'emploi chez les auteurs des termes « *thèque* » et « *épithèque* ». Mme Ogilvie accepte les termes de pseudothèque pour désigner une paroi formée par l'épaississement latéral des cloisons et d'euthèque ou simplement de thèque pour désigner une paroi ou des centres de dépôt indépendants se sont formés. (Heider et Ortmann). Les sous-ordres d'Ortmann : Euthécaliens, Pseudothécaliens, Athécaliens sont cependant considérés par l'auteur comme reposant sur un principe erroné, puisque tous les types à muraille poreuse sont placés parmi les Athécaliens. La parasité est regardée par l'auteur comme un caractère secondaire; la muraille poreuse peut être l'équivalent morphologique soit d'une pseudothèque, soit d'une euthèque. Une objection plus sérieuse encore à faire à l'existence de ces sous-ordres, c'est que tous les Turbinolides ne possèdent pas d'euthèque, ni tous les Astréides de pseudothèques, comme le croit Ortmann, mais que dans ces deux familles, il y a des types où le seul soutien périphérique est fourni par l'épithèque. L'auteur est porté à croire que c'est là la forme primitive du calice des Madréporaires et à considérer la thèque et l'épithèque comme des formations ultérieures dont l'apparition est liée à la régression de l'épithèque, à la saillie plus forte et à la plus rapide croissance des cloisons et très souvent aux processus du bourgeonnement végétatif.

Certaines colonies cœnenchymateuses Madréporaires, Turbinariés, etc.), l'auteur l'a montré, présentent la structure thécale et cloisonnaire des Turbinolidés; le calice n'offre pas d'autres structures basales que la columelle. Cela jette une nouvelle lumière sur la parenté de ces types et fait ressortir leurs affinités naturelles très marquées avec les Turbinolidés, ainsi que celles des Oculinidés et des Pocilloporidés avec le même groupe. Le cœnenchyme de ces colonies est regardé par l'auteur comme le développement d'un dépôt primitif extra-cilicanal autour des polypes séparés. Baume, en l'un de ses mémoires, indique le caractère épithécal possible du cœnenchyme en certains de ces types.

Pour éclaircir la nature des portions exothécales (*costate*) des colonies d'Astréides et de Fungides, l'auteur établit l'homologie exacte des parties du squelette dans les calices des Cyathophyllides anciens et des Astréides et Fungides récents. La pseudothèque qui apparaît dans le genre Acervularia et dans d'autres types de cyathophyllides sépare l'une de l'autre dans le calice et les cloisons une aire interne et une aire externe. L'exacte contre-partie de cette disposition est présentée par le genre Héliæstræa. Dans ce genre la partie interne seule porte le nom de calice, tandis que l'aire externe est considérée comme une aire extracalicinale. C'est sur cette aire externe que la zone de bordure (*Randplatte*) repose chez le polype vivant. D'après l'auteur elle présente des replis et des loculi mésentériques tout simplement parce qu'elle était originairement une partie inhérente du polypier. Il est clair que ces parties exothécales des colonies d'Astræides ont une évolution absolument différente du cœnenchyme des Pocilloporidées où le polypier n'est point entouré d'une zone de bordure. De cette différence entre des types récents de colonies l'auteur remonte à la différence, déjà bien marquée, qui séparait chez les Madréporaires siluriens les Cyathophyllides des Zaphrentides typiques : chez les premiers une large zone externe calicinale à base dissepimentique entoure une aire tabulaire interne, chez les seconds cette zone externe n'existe pas.

L'auteur a constaté que les familles de la classification d'Edwards et Haime doivent recevoir des modifications considérables. Il n'examine ici qu'une ou deux des plus importantes que nécessitent la structure microscopique des cloisons et d'une manière générale la morphologie du squelette. La famille des Astræidés (E. H.) formait deux sous-familles principales : les Astrœimés et les Eusmilinés; les premiers sont pour l'auteur les seuls véritables représentants des Astréidés, la seconde famille est complètement détruite; les genres Trochosmilia, Placosmilia et les genres apparentés sont placés dans la famille des Turbinolidés; les genres Rhipidogyra, Pectinia, Dendrogyra, Euphyllia et un grand nombre de genres fossiles sont placés dans la famille nouvelle des Amphiastræidés constituée par l'auteur. Les représentants mésozoïques de cette nouvelle famille sont les descendants directs, constructeurs de colonies, des Zaphrentides palæozoïques, tandis que les Turbinolidés sont considérés comme des coraux simples descendant de la même famille paléozoïque. Le groupe auquel appartient le genre Stylina de la famille des Eusmilinés (E. H.) forme une nouvelle famille, celle des Stylinidés qui est intermédiaire entre les Astræidés et les Amphiastræidés. Le genre Galaxea est regardé comme un proche allié des Stylinidés; en dépit de quelques traits divergents, l'auteur le range provisoirement dans cette famille.

Il ne laisse point non plus subsister le groupe des Madréporaires perforés d'Edwards et Haime. Les Eupsamidés montrent d'évidentes affinités avec les Funginés et ces deux familles ainsi que l'Astræidés et les Stylinidés ont dérivé leur structure de types palæozoïques appartenant à la famille des Cyathophyllidés dans tous ses types. La structure trabéculaire de la cloison atteint un haut degré de différenciation qui apparaissait déjà dans les plus avancés des types paléozoïques. Les Madréporidés (Turbinaridés et Madréporinés) (E. H.) sont placés au voisinage des Pocilloporidés et des Oculinidés; leur structure cloisonnaire simple rappelle les types primitifs de cloisons présentés par les Zaphrentidés palæozoïques et les groupes apparentés. Les Poritidés bien qu'ayant certains traits en commun avec les Madréporidés en diffèrent essentiellement au point de vue de la structure de la cloison et sont considérés comme un groupe de Madréporaires qui s'est détaché à une époque très ancienne de la souche ancestrale principale des Zaphrentidés et qui a suivi une ligne de développement indépendante.

Les recherches de l'auteur conduisent inévitablement à la conclusion que le sous-ordre des Madréporaires rugueux constitué par Edwards et Haime isole artificiellement les Madréporaires palæozoïques et les sous-ordres récents des Madréporaires apores et des Madréporaires perforés. Dans la seconde partie du présent mémoire, l'auteur détruit ces trois sous-ordres et suit l'évolution des Madréporaires à la lumière des résultats morphologiques généraux auxquels il est arrivé dans la première partie de ce travail. Les termes employés par Heckel de Tétracoralliaires pour les Madrépores rugueux et d'Hexacoralliaires pour les Madréporaires apores et perforés ne sont qu'une expression plus énergique de la convention admise par Edwards et Haime et qui fait reposer la classification sur la symétrie tétramérale et hexamérale des cloisons. Et

bien que plusieurs auteurs aient de temps en temps montré combien il convenait peu de faire reposer des subdivisions sur la symétrie cloisonnaire, rien de plus n'avait été fait. L'auteur partant des résultats auxquels il est arrivé par ses propres recherches retrace la série des changements qu'a subis le groupe des Madréporaires pendant le cours des âges géologiques. Voici brièvement énumérés les plus importants d'entre eux:

1° Les planchers (*tabulæ*) subissent au centre des modifications qui les transforment en collumelle et pseudo-collumelle, plus rarement ils deviennent vésiculaires.

2° Au lieu qu'il se produise de une à quatre dépressions basales (*fossulæ*) pour la réception de filaments mésentériques reproducteurs spécialisés, toute la base du calice se creuse d'ordinaire autour de la collumelle ou pseudo-collumelle axiale.

3° Les cloisons deviennent saillantes; leur structure devient plus compliquée, leurs surfaces sont canelées et richement granulées, leurs bords bossués, dentés, dentelés, épineux.

4° L'épithèque rugueuse croît plus lentement et est remplacée fonctionnellement par une thèque ou pseudo-thèque.

5° L'accroissement végétatif est facilité par la spécialisation d'une zone de bordure autour du polypier, représentée par la portion exothécale d'un calice ou son ancienne homologue, la zone dissepimentique périphérique des Cyathophyllides.

6° L'insertion pinnée des cloisons que Kunth a mise en évidence dans les coraux primitifs devient graduellement un trait de structure des calices embryonnaires, mais les replis mésentériques embryonnaires apparaissent dans les types récents dans le même ordre tétraméral que les calices adultes des types primitifs. La disparition de l'insertion pinnée comme caractère générique n'entraîne pas nécessairement la disparition d'un arrangement tétraméral ou pour mieux dire bilatéral des cloisons; elle signifie simplement l'insertion plus précoce des cloisons, leur position relative étant souvent conservée même dans les formes adultes. Un grand nombre de types récents d'ailleurs, dont les cloisons présentent dans les calices adultes une symétrie radiaire, offrent, chez les individus jeunes, une symétrie bilatérale bien marquée.

Toutes ces modifications ne sont pour l'auteur que des adaptations corrélatives d'un grand et dominateur changement dans le polypier vivant: l'accroissement du nombre de replis mésentériques, porteurs d'éléments sexuels et l'accroissement de la musculature de ces replis, c'est-à-dire un accroissement du pouvoir de défense et de reproduction.

L'évaluation des familles récentes de Madréporaires à partir des types anciens est tout entière sous la dépendance de ce changement primordial. La loi générale du raccourcissement des stades de développement chez l'individu a combiné son action avec celle de cette tendance et l'insertion pinnée des paires cloisonnaires s'est de plus en plus modifiée jusqu'à aboutir à un type cyclique d'insertion. L'auteur invoque en faveur de son opinion le fait que les conditions défavorables à l'existence des coraux qui ont prévalu en Europe pendant les périodes carbonifère supérieure, permienne, triasique et liasique, peuvent avoir donné une impulsion considérable à ce changement évolutif, changement qui a toujours été s'accentuant et qui continue à se manifester dans ces familles des Astræidés, des Eupsammidés, des Oculinidés, etc.

Il n'y a pas pour l'auteur de plus grave erreur que de croire qu'un changement universel s'est produit dans les Madréporaires à la fin de la période paléozoïque et avant l'ère mi-triasique. La même direction peut se constater dans l'évolution de tout ce groupe des Madréporaires. Les Cyathophyllides palæozoïques présentaient déjà une réelle précocité de transformation; de là, la haute différenciation des Astræidés, des Eupsammidés et des Fungidés dès la période mésozoïque. D'autre part, les Zaphrentidés palæozoïques et leurs descendants à la période mésozoïque étaient remarquablement en retard dans leur évolution, et c'est chez leurs représentants récents que se retrouvent principalement des formes et des structures primitives. La régression et l'atavisme se montrent naturellement à des degrés divers dans toutes les familles et dans aucune d'elles ils ne sont plus marqués que chez les Turbinolidés, la famille la plus étroitement alliée aux Zaphrentidés anciens.

L'auteur propose un nouveau système de classification des Madréporaires qu'il partage en un certain nombre de familles indépendantes de rang égal. Ce système repose sur les particularités de la structure du squelette, les faits d'anatomie connus et les relations phylogénétiques.

Les familles sont groupées comme suit :

Familles Zaphrentoïdiennes : Zaphrentidés, Amphiastræidés, Turbinolidés, Stylinidés, Oculinidés, Pocilloporidés, Madréporidés, Poritidés.

Familles Cyathophylloïdiennes : Cyathophyllidés, Astræidés, Fungidés, Eupsammidés.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 26 *Février* 1897.

M. J.-H. Vincent : *Photographie des ondulations.* L'auteur s'est servi du mercure dans ses expériences. Les vibrations du mercure au nombre de 200 par seconde engendrent des ondulations dont la propagation dépend de la tension superficielle; on les appelle ondulations capillaires. Leur vitesse est de l'ordre d'un pied par seconde; elles sont invisibles à cause de leur haute fréquence et leur examen exige une méthode optique. M. Vincent a obtenu des photographies de la surface ondulée du mercure par l'illumination subite due à l'étincelle électrique; celle-ci a un demi-centimètre de longueur et dure un deux-cent-millième de seconde. Une lentille transmet la lumière incidente, et une autre converge la lumière réfléchie par la surface du mercure dans une chambre photographique. Les ondulations sont produites par un style attaché à un diapason; le diapason peut être mis en vibration continue par un trembleur électrique. Une première photographie montre une série d'ondulations circulaires produites par un diapason vibrant 180 fois par seconde. Des points, fixés à des distances connues au-dessus de la surface du mercure, permettent de déduire des photographies les longueurs d'onde, et, au moyen de la fréquence, la tension superficielle. Dans une seconde photographie, deux styles étaient fixés au même diapason. Des lignes sombres partent de la région située entre les centres d'oscillations : ce sont les lignes de perturbation minimum, hyperboles, dont les foyers sont les centres de mouvement. Une troisième photographie montre la formation d'ellipses de perturbation ; ces ellipses sont les lieux d'intersection de deux séries de cercles correspondant aux deux centres de vibrations. Contrairement aux hyperboles, ces ellipses ne sont pas fixes, mais s'éloignent des centres. Pour rendre ces ellipses stationnaires, il est nécessaire de changer une des sources en une dépression contre laquelle les ondulations circulaires puissent converger. Les phénomènes d'interférence et de diffraction sont visibles dans la photographie d'une source ponctuelle et d'une ligne réfléchissante. D'autres photographies montrent des exemples d'aberration sphérique et de vibrations forcées. M. V. Boys félicite l'auteur des difficultés qu'il a surmontées et pense que de telles photographies sont bien préférables aux dessins géométriques obtenus au moyen des instruments enregistreurs.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Le cinquantenaire de H.-C. Sorby. — Physiciens, chimistes et métallurgistes s'associeront de tout cœur au juste et touchant hommage que la *Literary and Philosophical Society* de Sheffield s'apprête à rendre à l'un des plus glorieux enfants de cette grande cité. Il y aura, cette année, cinquante ans que le Dr H.-C. Sorby F. R. S. entreprit de fonder l'étude microscopique des alliages. La Société voudrait, à l'occasion de cet anniversaire, offrir à l'illustre inventeur son portrait, et elle ouvre dans ce but une souscription. Les cotisations devront être adressées au trésorier.

La médaille d'or de la Société Géologique de Londres. — Les géologues et paléontologistes du Continent apprendront avec plaisir que la Société Géologique de Londres vient de décerner sa grande médaille d'or à Mme John Gordon (Miss Ogilvie), pour son beau travail sur les types madréporaires de Coraux, auquel, en raison de sa grande importance, nous avons consacré un long article dans la dernière livraison de la *Revue* (numéro du 15 avril, p. 317, 318, 319 et 320).

§ 2. — Nécrologie

Morvan. — Le docteur Morvan est mort il y a quelques jours. Bien que son nom n'ait guère franchi les confins du monde médical, il nous semblerait injuste qu'il ne figurât pas dans cette *Revue*, où tout savant a droit à sa part d'honneur. Praticien exerçant modestement son art dans un canton du Finistère, à Lannilis, Morvan eut le bonheur d'illustrer son nom par une découverte clinique insigne. Depuis quinze ans, la pathologie nerveuse compte parmi ses types cliniques les mieux définis la *maladie de Morvan*. Étudiée par les neuropathologistes les plus considérés, cette affection, si elle a perdu le caractère d'entité morbide spéciale qu'on lui attribua pendant les quelques années qui suivirent sa description, n'en reste pas moins un syndrome remarquable dans certaines altérations limitées aux nerfs périphériques ou bien dérivant d'une origine médullaire. — Ce fut en 1883 que Morvan décrivit une maladie caractérisée par l'apparition successive de panaris multiples, entraînant la nécrose des phalanges, des déformations définitives des extrémités digitales, s'accompagnant d'atrophie musculaire de la main et du membre supérieur, de troubles de la sensibilité tactile et thermique. Ces panaris sont indolores. La sensibilité à la douleur a disparu si complètement qu'on peut les opérer sans provoquer de souffrance. Au début, ce fut là le trait le plus saillant de cette affection, que Morvan dénomma « parésie analgésique à panaris ».

Les années suivantes, les signes cliniques de cette maladie furent complétés tant par Morvan lui-même que par d'autres observateurs. Puis les constatations anatomo-pathologiques montrèrent des lésions des nerfs périphériques et des altérations de la moelle, là où précédemment Morvan, par la seule perspicacité de son jugement, en avait indiqué le siège. Mais on entra alors dans une période de discussion sur l'individualité propre de la maladie. On vit que la paréso-analgésie des extrémités supérieures avec panaris existait dans certaines maladies de la moelle, dans la syringomyélie (cavité creusée dans la substance de la moelle). Les travaux cliniques et anatomiques ultérieurs et surtout ceux de Joffroy et Achard ont définitivement établi la réalité d'une forme de la syringomyélie où se présente le syndrome de Morvan. Ces dernières années encore, Zambaco a avancé que la maladie de Morvan était une variété de lèpre nerveuse : hypothèse que confirment un cas de Pitres avec présence des bacilles de la lèpre dans un nodule névritique et l'endémicité de la maladie de Morvan en certaines contrées de la Bretagne.

Ces diverses constatations n'enlèvent rien au mérite de Morvan, ni à l'importance de sa découverte. Les faits observés par lui sont d'une rigoureuse exactitude. Et, s'il ne semble pas qu'il y ait une véritable maladie de Morvan, au sens spécifique du mot, il y a certainement un ensemble de symptômes, un syndrome de Morvan, unanimement admis et reconnu comme l'effet de lésions nerveuses de nature variée. Les descriptions du médecin de Lannilis, en perpétuant son nom, subsisteront inattaquables dans leur vérité d'observation.

Dr A. Létienne.

§ 3. — Génie maritime

Le Travailleur sous-marin. — Les scaphandres et cloches à plongeurs — seuls engins dont on dispose actuellement pour descendre dans la mer — ne permettent pas de dépasser des profondeurs de 30 à 40 mètres; au delà, la pression mettrait en péril la vie humaine. Aussi quantité de navires échoués en mer à une cinquantaine de mètres de profondeur, — et même visibles à la surface, — restent-ils hors de notre portée. *A fortiori*, semblaient condamnés à un éternel abandon

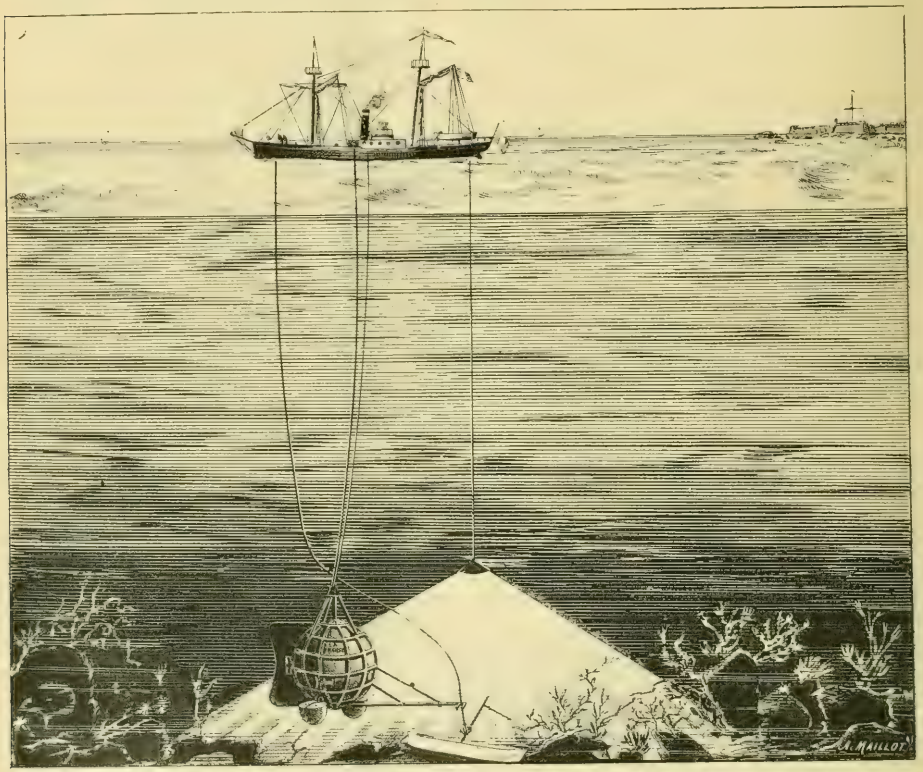


Fig. 1. — *Le Travailleur sous-marin plongeant à 100 mètres au-dessous de son remorqueur.* — A la surface, bâtiment remorqueur. Au fond de l'eau, *Travailleur* avec des engins de locomotion et de préhension; à côté de lui, navire naufragé saisi par la pince à crémaillère et éclairé par la lampe électrique reliée au remorqueur.

les nombreux bâtiments gisant à de plus grandes profondeurs et qui échappent complètement aux vues les plus perçantes. Il y aurait cependant un grand intérêt à récupérer du fond des océans les navires qui y ont coulé à la suite de naufrages. Des trésors considérables et extrêmement nombreux, dispersés sous toutes les latitudes, seraient ainsi subitement mis au jour.

Le comte Piatti dal Pozzo s'est posé ce problème et a imaginé, pour le résoudre, l'appareil que nous allons décrire (fig. 1 à 5).

L'idée directrice de l'inventeur a été de munir le bateau destiné à l'exploration des fonds de mer, d'une boule d'acier complètement close, susceptible de contenir plusieurs hommes, d'être descendue très profondément dans l'eau (fig. 1) sans s'aplatir sous l'effort de la pression, et disposée de telle façon que ses habitants puissent, d'une part, voir ce qui se passe en dehors de leur demeure provisoire, et, d'autre part, rester en communication téléphonique constante avec le navire. Ce navire est pourvu, en outre, d'engins de préhension que ses marins dirigent sur le vaisseau naufragé, suivant les indications des ouvriers descendus dans la boule à proximité de l'épave.

La conception semblait facile. Il était moins aisé de la mettre pratiquement à exécution. Nous pensons toutefois que l'inventeur y a réussi, car il vient de soumettre son appareil à une série d'épreuves qui, bien qu'encore insuffisantes, imposent néanmoins l'examen de son système.

La pièce principale de ce système est la boule creuse dont nous venons de parler. L'auteur lui donne le nom de *Travailleur sous-marin*. Il a choisi la forme sphérique parce que c'est celle qui résiste le mieux à la pression. La coque est épaisse de 4 centimètres; elle offre $3^{m},50$ de diamètre intérieur, et se compose de deux hémisphères étroitement unis, dont la surface est exactement polie au tour (fig. 5).

Cet engin, dont la figure 2 représente la coupe verticale, la figure 3 la coupe transversale et la figure 4 la carcasse, est muni extérieurement de trois hélices — une en arrière (B, fig. 2 et 3) et deux latérales (A et C,

fig. 3) — ainsi que d'un grand gouvernail fixe à large safran (D, fig. 2), sorte de queue de poisson rigide destinée à lui donner de l'assiette et à régulariser les mouvements de déplacement en empêchant l'affolement. L'hélice-arrière permet d'effectuer les mouvements en avant ou en arrière et, suivant que l'on fait marcher l'une ou l'autre des hélices latérales, on obtient un mouvement de virage à droite ou à gauche.

Sur les flancs du *Travailleur sous-marin* et diamétralement opposées, sont fixées des caisses à renversement (E, E', fig. 3), remplies de lest (sable ou cailloux) que l'on peut vider au moyen d'un volant intérieur actionnée de l'intérieur sur l'ordre du commandant, lequel, au travers des hublots, suit tous les mouvements de la pince.

L'ensemble de l'engin pèse environ 10 tonnes, y compris un bâti extérieur en bois (fig. 4) formant un large treillis en charpente, destiné à protéger la coque contre les chocs imprévus et aussi à porter et fixer divers appareils accessoires (fig. 1).

Un câble d'attache, enroulé sur un treuil, soutient le *Travailleur sous-marin* à l'état captif sur les flancs du navire remorqueur. Ce câble le fait descendre à la profondeur voulue, selon l'ordre que le commandant, ins-

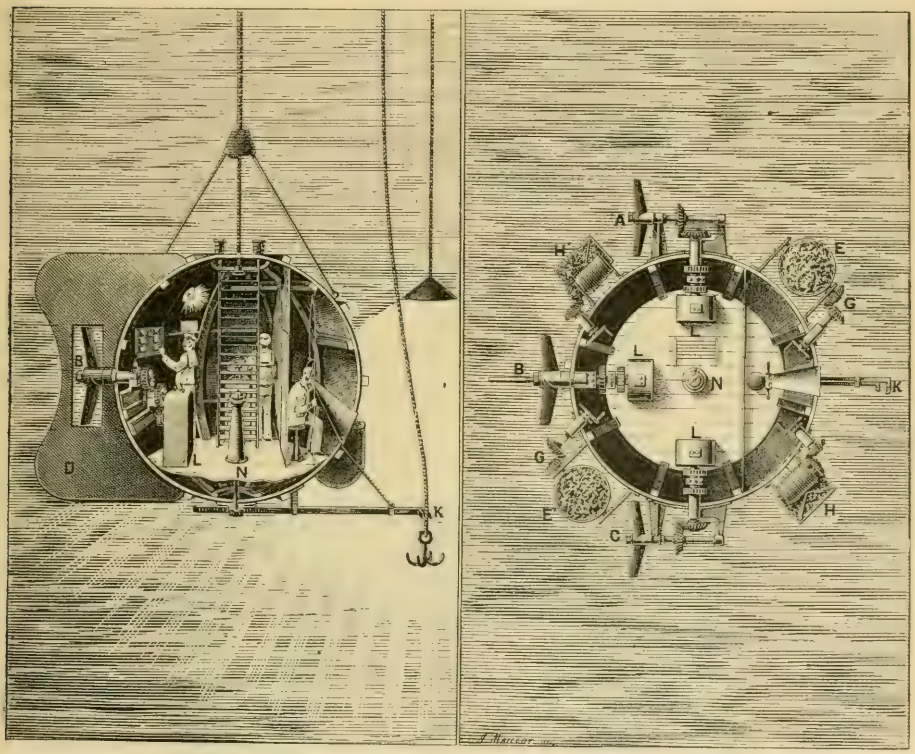


Fig. 2 et 3. — *Détails de l'intérieur du Travailleur sous-marin.* — Fig. 2 *Coupe verticale optique.* B, hélice-arrière ; D, gouvernail ; K, pince dirigeant le crochet relié au *remorqueur* et destiné à agripper l'*épave*. La coupe montre les deux compartiments que sépare une cloison verticale. Dans celui de gauche : hommes de manœuvre ; L, dynamo ; N, bâtis supportant le volant qui actionne la pince K ; dans celui de droite, observateur cherchant l'épave et communiquant par téléphone avec le remorqueur. — Fig. 3. *Plan horizontal* : A et C, hélices latérales ; B, hélice-arrière ; EE', caisses à renversement remplies de lest ; G, engrenage permettant de commander de l'intérieur le renversement ; H, H, tambours sur lesquels s'enroulent les cordes supportant les poids morts (I fig. 4) ; K, L et N, comme ci-dessus.

agissant sur les caisses basculantes par des engrenages d'angle (G, fig. 3).

Normalement au diamètre de ces caisses, se trouvent deux tambours (H, H', fig. 3 et 4) sur lesquels s'enroulent des cordes supportant des poids morts que l'on peut descendre au fond de l'eau quand on en est assez rapproché (I, fig. 4) ; on allège ainsi la sphère plongeante, qui devient captive à la manière d'un ballon muni de guideropes à poids traînants.

Enfin, à la partie inférieure de l'appareil, se trouve une pince à crémaillère (K, fig. 2, 3 et 4). Cette pince est tallé dans la chambre sous-marine (fig. 2), transmet au remorqueur par un fil téléphonique placé dans le câble de suspension. Ce câble sert aussi à transmettre la puissance motrice fournie par des générateurs électriques placés à bord.

L'intérieur du *Travailleur* forme une grande chambre sphérique munie d'un plancher à la partie inférieure et divisée en deux parties inégales par une paroi verticale (fig. 2).

La plus grande de ces deux chambres sert aux moteurs et appareils destinés à actionner les hélices et

la pince à crémaillère. Trois dynamos (L, fig. 2 et 3) commandent séparément chacune des hélices A, B, C.

Des accumulateurs électriques tenus en réserve, servent, en cas de besoin, à suppléer à la puissance motrice fournie par le remorqueur de surface au cas où le câble viendrait à se rompre.

Au milieu du plancher se trouve un bâti (N, fig. 2 et 3) supportant un volant horizontal et sa transmission pour actionner la pince à crémaillère K. Enfin, une échelle (fig. 2) permet de descendre à l'intérieur du *Travailleur sous-marin* par un trou d'homme situé à la partie supérieure de la sphère.

La plus petite des chambres sert de poste d'observation et de commandement, grâce à un appareil lenticulaire et à un téléphone qui transmet les ordres en haut. Au cours des explorations et pêches sous-marines, le remorqueur doit projeter autour du *Travailleur sous-marin* une vive lumière. Aussi descend-il sur les fonds à proximité une forte lampe électrique (fig. 1 et 2).

En outre, des câbles munis de grappins sont aussi, quand il y a lieu, descendus des flancs du navire : ils sont guidés et mis en place par le *Travailleur sous-marin*, lequel n'a pas besoin, dans ce cas, d'avoir un mouvement propre de déplacement.

C'est le remorqueur qui le conduit en avant ou en arrière, et ce n'est que lorsqu'il se trouve à proximité du lieu à explorer, et surtout de l'épave à récupérer qu'il se sert de ses hélices pour approcher davantage et surtout pour tourner sur lui-même.

Dans le cas où, pour une cause quelconque, le câble de suspension viendrait à se rompre, le *ballon captif sous-marin* ne serait pas pour cela en perdition. Se trouvant en équilibre entre deux eaux comme à l'état captif, il continuerait à flotter en changeant de niveau.

Pour le faire remonter à la surface, on n'aurait qu'à vider les deux caisses basculantes (E, E', fig. 3) remplies de lest. Le sous-marin délesté acquerrait aussitôt une certaine force ascensionnelle qui le ferait émerger.

Cet appareil, construit par M. A. Delisle, constructeur naval à Vitry-sur-Seine, a été mis sur chantier le 15 décembre 1896 et sera terminé vers le 10 mai prochain.

Les essais auront lieu, en petit, en Seine, puis repris et exécutés en grand à Brest et au Havre.

Des démarches sont faites auprès de l'Etat en vue d'obtenir un chaland pour exécuter les essais.

On a apporté dans la construction du nouvel engin le plus grand soin et il a été établi pour pouvoir descendre et manœuvrer jusqu'à une profondeur de 500 mètres.

M. Piatti dal Pozzo, qui est déjà descendu dans un appareil de ce genre, mais moins bien construit et moins perfectionné, jusqu'à une profondeur de 165 mètres dans la baie de Civita-Vecchia en 1893, compte pouvoir descendre, sans difficulté aucune, à plusieurs centaines de mètres et y manœuvrer avec une facilité parfaite et une sécurité absolue.

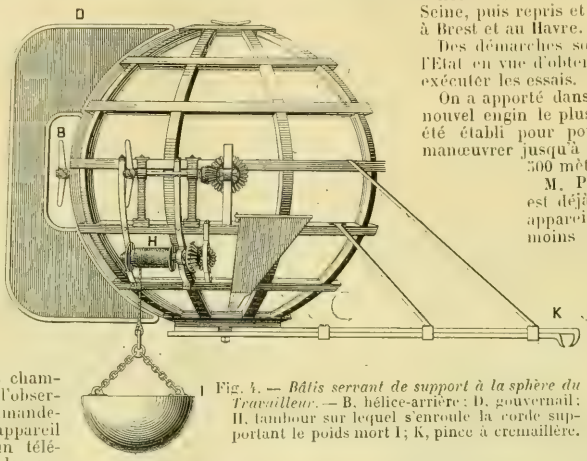


Fig. 4. — *Bâtis servant de support à la sphère du Travailleur.* — B, hélice-arrière ; D, gouvernail ; H, tambour sur lequel s'enroule la corde supportant le poids mort I ; K, pince à crémaillère.

G.-L. Pesce,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

§ 4. — Chimie

Fermentation alcoolique par action diastasique ? — Sous ce titre, M. Büchner publie[1] d'intéressantes expériences qui tendent à prouver l'existence, depuis longtemps soupçonnée, mais jamais démontrée jusqu'ici, d'une *diastase alcoolique*.

M. Büchner broie la levure fraîche en la mélangeant avec du sable quartzeux et de la terre d'infusoires. Le magma qui résulte de cette trituration est placé dans un linge et soumis à une pression de 400 à 500 atmosphères. Le liquide exprimé, filtré à plusieurs reprises pour le débarrasser des matières en suspension, est clair, de couleur jaune, légèrement opalescent, doué d'une agréable odeur de levure. Ce liquide contient jusqu'à 10 % d'extrait sec. Si on le chauffe, il laisse déposer des flocons albumineux insolubles dès la température

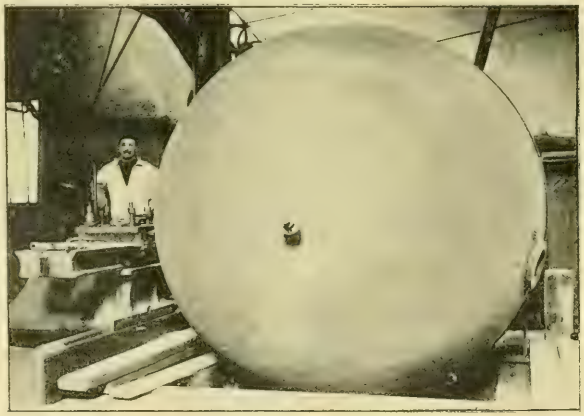


Fig. 5. — *Polissage du Travailleur sous-marin.* — Ce polissage est exécuté au tour, après la jonction des deux hémisphères, et s'opère sur leur ligne de suture et sur tout le reste de leur surface.

[1] *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft.*

de 35° à 40° et donne naissance, avant la température d'ébullition, à la formation d'un coagulum extrêmement abondant.

Lorsqu'on mélange ce suc de levure avec son volume d'une solution concentrée de saccharose, de dextrose, de lévulose ou de maltose, on observe, au bout d'un quart d'heure à une heure, un dégagement régulier d'acide carbonique, qui peut continuer pendant plusieurs jours, en même temps qu'il se forme de l'alcool et qu'une partie du sucre disparaît; il y a donc fermentation alcoolique sans cellules de levure. Dans l'une des expériences rapportées par M. Büchner, il y eut 3 gr. 3 d'alcool produit en trois jours, pour 150 grammes d'une solution de saccharose à 37 °/₀.

Le pouvoir ferment du suc de levure s'exerce encore à la température de la glacière; il disparaît au bout de cinq jours dans le liquide conservé, même à basse température. Il se retrouve, mais diminué, après passage du liquide à travers un filtre de Berkenfeldt. L'auteur n'a pas encore pu s'assurer si le liquide dialysé reste actif.

Lorsque l'on coagule le suc de levure par la chaleur, le liquide clair, filtré, a perdu le pouvoir ferment; d'autre part, si l'on y produit un précipité par l'addition d'alcool et que l'on redissolve ce précipité dans l'eau, la liqueur filtrée est sans action sur le saccharose.

S'il s'agit réellement d'une zymase, il faut admettre, avec M. Büchner lui-même, que cette zymase s'éloignerait beaucoup, par ses propriétés physico-chimiques, de toutes les diastases que nous connaissons, et qu'elle se rapprocherait singulièrement des matières albuminoïdes et du protoplasma vivant.

On peut même se demander si les faits observés ne seraient pas simplement dus à la présence, dans le liquide de M. Büchner, de débris protoplasmiques assez fins pour passer à travers les filtres. Il est certain que la division mécanique de la cellule, poussée aussi loin qu'on voudra le supposer, ne suspend point les phénomènes de nutrition intra-moléculaire. Ceux-ci ne s'arrêtent qu'avec la vie. L'opalescence du suc obtenu par M. Büchner sous une pression de 500 atmosphères, sa haute teneur en extrait et surtout la disparition spontanée du pouvoir ferment au bout de cinq jours, même à la glacière, semblent donner un appui à l'hypothèse que nous émettons.

Pour lever tous les doutes, il serait nécessaire que le pouvoir ferment fût retrouvé dans le suc dialysé ou tout au moins centrifugé; ou bien encore que les expériences fussent reprises en partant d'une levure préalablement tuée par des moyens suffisamment ménagés pour ne pas détruire en même temps le ferment soluble.

Dr **Répin**,
Attaché à l'Institut Pasteur.

§ 5. — Botanique

Découverte d'anthérozoïdes chez les Gymnospermes. — Deux botanistes japonais, MM. Ikeno et Hirax, viennent de faire, dans le groupe des Cycadées et celui des Gingkos, une découverte de grande portée. Leurs observations révèlent, en effet, chez certaines plantes vivantes de ces deux familles, la présence de véritables anthérozoïdes, longs rubans mobiles à aigrettes ciliées, tout à fait comparables aux anthérozoïdes des Cryptogames. Ce fait témoigne nettement de la survivance, chez les Gymnospermes actuelles, des moyens de fécondation que jusqu'à présent on n'avait observés que chez les Cryptogames. Jusqu'ici, en effet, l'une des particularités importantes établissant une distinction entre les plantes phanérogames et celles que l'on est convenu de désigner sous le nom de Cryptogames supérieures, résidait dans un détail d'organisation du gamète mâle[1]. On sait, en effet, que le gamète mâle chez les Phanérogames (Angiospermes et Gymnospermes) est représenté par le *grain de pollen;* ce corpuscule, transporté sur l'ovaire (Angiospermes) ou dans l'intérieur de l'ovule (Gymnospermes), féconde l'*oosphère.* L'élément fécondateur parvient à l'oosphère au moyen d'un tube issu de la germination du grain de pollen; l'oosphère fécondée se transforme ensuite en embryon.

Au contraire, chez les Cryptogames, le gamète mâle, constitué par la *microspore*, renferme un prothalle dont un certain nombre de cellules laissent échapper des corps *mobiles* (*anthérozoïdes*) ayant la forme de rubans tordus en spirale et ciliés, destinés à porter l'élément fécondateur jusqu'à l'oosphère.

Or, les observations toutes récentes de MM. Ikeno et Hirax montrent que le mode de transport au moyen d'anthérozoïdes existe également chez certaines Phanérogames: les Cycadées d'une part, les Gingkos de l'autre.

Les Cycadées et les Gingkos sont des plantes extrêmement anciennes. Les premières existent certainement dans le terrain houiller supérieur et moyen, représentées par des *Zamites* et des *Nocygerathia.* Les secondes se montrent dans le Permien inférieur (Baicra) et même dans le terrain houiller moyen si le genre *Whittleseya* appartient bien à la famille des Salisburiées.

Toutes les graines de l'époque primaire possèdent à la partie supérieure du nucelle une cavité spéciale (chambre pollinique) où se réfugiaient les grains de pollen en attendant la maturation de l'oosphère.

Tous les grains de pollen (*prépollinies*) observés, de la même époque, contiennent dans leur *intine* un prothalle mâle développé en un grand nombre de cellules, toutes semblables; la plupart de ces cellules ont dû être des cellules-mères d'anthérozoïdes « comme on en a émis déjà plusieurs fois l'hypothèse ».

La chambre pollinique a été découverte en 1874, un peu avant d'avoir été aperçue dans l'ovule des Cycadées, des Gingkos et des Gnétacées actuelles. La découverte de la chambre pollinique dans les plantes fossiles a donc provoqué les recherches qui l'ont fait reconnaître dans les plantes vivantes.

Les *prépollinies* des Cycadées et des Salisburiées houillères laissaient prévoir l'existence des anthérozoïdes chez les Gingkos et les Cycas. Il est donc important de signaler les recherches de MM. Ikeno et Hirax, qui viennent d'établir le fait.

Si la chambre pollinique et le pollen à prothalle pluricellulaire ont la signification que nous leur attribuons dans les plantes fossiles, la découverte des savants japonais doit nécessairement s'élargir et s'appliquer à d'autres familles; les Gnétacées, entre autres, remontent très haut dans le passé; les *Gnetopsis*, avec leur ovaire incomplet pluriovulé, prouvent, en effet, l'existence de ce groupe dans les assises houillères. L'ancienneté de leur apparition est, du reste, attestée dans les trois genres actuels par la présence très accusée d'une chambre pollinique et de grains de pollen à prothalle pluricellulaire. On peut donc, sans grande témérité, d'après ces preuves irrécusables d'atavisme, espérer le succès de recherches tendant à démontrer que, dans la famille des Gnétacées, le transport de l'élément fécondateur se fait également par l'intermédiaire d'anthérozoïdes. Ce serait, en même temps, établir un nouveau point de contact entre les plantes phanérogames et les plantes cryptogames. B. R.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Le port de Sfax. — Le 24 avril, en présence de trois ministres et d'un certain nombre de membres du Parlement, a été inauguré le nouveau port de Sfax. C'est la troisième solennité de ce genre à laquelle, en l'espace de moins de quatre ans, le Résident général de France à Tunis convie les représentants du Gouvernement. En 1893, c'était l'inauguration du port de

[1] Rappelons que le mot gamète s'applique indistinctement à l'élément mâle et à l'élément femelle dans le phénomène de la fécondation.

Tunis, en 1895, celle du port de Bizerte, aujourd'hui celle du port de Sfax; et l'an prochain Sousse, à son tour, verra s'ouvrir au commerce son bassin de 13 hectares de superficie. Il y a dans cette succession rapide de grands travaux d'utilité publique un exemple de bonne administration et de prospérité économique trop rare dans nos annales coloniales pour ne pas être signalé avec quelques détails.

A vrai dire, tous ces travaux ont été la reprise, à vingt siècles de distance, de ceux, non moins importants, accomplis pendant l'occupation romaine en Tunisie et dont nous retrouvons les vestiges soit aux emplacements mêmes que nous avons choisis comme à Sousse et à Mehdia, soit à proximité des nouveaux ports, comme à Carthage. Laissés dans le plus complet abandon pendant la domination des beys, les ports de la Tunisie, aujourd'hui au nombre de vingt, ont été de notre part l'objet d'améliorations, mais celles-ci furent, en général, de peu d'importance, l'effort principal ayant été, ainsi que nous l'avons vu, jeté sur les ports de Tunis, Bizerte, Sousse et Sfax.

A l'extrémité d'un des tronçons de voies ferrées dont la construction marche de pair avec celle des ports de la Régence, le port de Sfax était absolument insuffisant pour desservir un mouvement commercial déjà important et appelé à se développer très rapidement. En l'espace de dix ans, de 1885 à 1895, le chiffre des importations s'était élevé de 2 à 4 millions de francs, celui des exportations de 4 millions et demi à 5 millions et demi. Cette progression rapide et constante rendait nécessaire une transformation complète de la rade de Sfax inaccessible aux bateaux de fort tonnage. Les travaux ne présentaient aucune difficulté technique par suite de la nature très stable du sol. De simples dragages devaient suffire. Ils furent entrepris en 1895 par la Compagnie des ports de Tunis, Sousse et Sfax, et achevés en l'espace de vingt mois à peine.

Le port de Sfax, qui ne comprenait qu'un bassin d'un hectare environ de superficie creusé à $2^{m},50$, comprend aujourd'hui un bassin de 10 hectares de $6^{m},50$ de profondeur. Ses quais pavés, d'une longueur de 600 mètres, supportent des hangars de 2.000 mètres carrés et 2 kilomètres de voies ferrées. Son outillage comprend une mâture de 20 tonnes et 3 grues mobiles de 1.500 kilos. Le chenal qui donne accès dans le bassin a 3.500 mètres de long et 22 mètres de large au plafond. Enfin un chenal à l'usage des petits bateaux de pêche, un autre à l'usage des torpilleurs, tous deux creusés à 1 mètre au-dessous des plus basses eaux, complètent l'ensemble du port de Sfax. Le coût de ces travaux si rapidement exécutés n'a pas dépassé, sans doute en grande partie à cause de la rapidité même de l'exécution, la somme de 2 millions de francs qu'on leur avait tout d'abord affectée. Des quatre grands ports de la Tunisie, celui de Sfax aura été le moins coûteux.

Quels sont les services qu'il est appelé à rendre à la région qui l'entoure; quel essort nouveau va-t-il donner à cette partie si fertile et déjà si riche de la Tunisie?

Il est permis d'espérer que la concession des phosphates de Gafsa, récemment consentie à une Société française, aura pour effet d'activer la construction de la ligne Sfax-Gafsa. Le trafic de ces phosphates devra fournir aux chargeurs un fret considérable. Mais celui-ci, basé simplement sur le rendement toujours croissant des oliviers de la région de Sfax, serait déjà amplement assuré. En effet, il n'existe peut-être pas au monde d'endroit plus propice à la culture de l'olivier que cette région. Sur les 12 millions d'oliviers qui, d'après les plus récentes statistiques, ont été plantés en Tunisie, elle n'en contient pas moins de 3 millions. Ils forment autour de la ville une épaisse forêt de près de 40 kilomètres de rayon. L'exportation des huiles par le port de Sfax, qui atteignait déjà le chiffre de un million de francs en 1892, a dépassé 3 millions en 1894. La presque totalité a été expédiée en France. Enfin il est une autre source de richesses au développement de laquelle contribuera puissamment l'ouverture du nouveau port. Nous voulons parler des éponges, à la pêche desquelles se livrent, dans la région de Sfax, près d'un millier de pêcheurs indigènes, 700 Grecs et 800 Siciliens. L'exportation des éponges a atteint, en 1895, 1.300.000 francs, en augmentation régulière de 200.000 francs par an depuis 1892. Cette région, on le voit, peut alimenter avec les seuls produits de son sol un port tel que celui qui vient d'être inauguré; mais l'industrie de ses habitants fournira aussi un aliment important à son activité commerciale. Ceux-ci, en effet, se livrent sur une très grande échelle à la fabrication des conserves de poissons et à celle des ouvrages en sparterie. L'exportation de ces deux produits a suivi une marche ascendante en ces dernières années.

Tout nous porte à croire que l'étape qui vient d'être accomplie dans la vie économique de notre colonie sera pour elle une source de développement rapide, et nous sommes heureux d'y voir une manifestation nouvelle d'une autorité agissante et éclairée. A notre joie, cependant, il faut qu'une récente nouvelle apporte une ombre légère; nous apprenons, en effet, que le premier vapeur qui soit entré dans le nouveau port de Sfax est un paquebot anglais. **Joseph Godefroy.**

L'utilisation des cataractes du Nil comme force motrice. — Les Anglais se préoccupent d'établir aux cataractes du Haut-Nil et du Bas-Nil des turbines commandant des dynamos destinées à distribuer, sur place et à grandes distances, l'énergie électrique. Aux environs immédiats des cataractes, cette énergie actionnerait un chemin de fer, des filatures de coton, des sucreries de cannes et des engins agricoles. Elle serait aussi transportée jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres de l'origine, et là mise, de même, au service d'usines variées. Le Gouvernement Britannique a envoyé un physicien et électricien de grande notoriété, M. Forbes, professeur de Technologie électrique à *University College* à Londres, étudier sur place le projet. L'éminent savant, après examen, estime l'entreprise parfaitement possible et rémunératrice. Selon lui, la première cataracte donnerait une puissance d'un demi-million de chevaux; les cataractes du Bas-Nil n'en fourniraient que 35.000. M. Forbes vient de quitter l'Egypte, mais y retournera dans quelques mois afin de procéder à une étude plus détaillée de toutes les conditions à réaliser pour résoudre pratiquement le problème.

Peut-on domestiquer l'Eléphant d'Afrique? — Au moment où se pose cette question, dont nous avons indiqué l'importance pour la colonisation en Afrique, il nous paraît intéressant de signaler un curieux mémoire que M. Edouard Blanc vient de présenter à la Société nationale d'Acclimatation : il ressort, en effet, de ce mémoire que l'Eléphant, de l'espèce africaine actuelle, a été domestiqué dans l'Antiquité.

Jusqu'à présent, on savait bien que les Carthaginois et les rois Numides avaient possédé des éléphants dressés à la guerre; mais on ignorait la provenance, peut-être asiatique, de ces animaux. Or, M. Ed. Blanc vient de trouver dans l'*Inscription d'Adulis*, inscription faite près de l'emplacement actuel de Massouah, cette indication que Ptolémée III Evergète a capturé, dans cette région, des éléphants éthiopiens et s'en est servi à la guerre. L'inscription ajoute qu'il employa ces animaux pour vaincre les éléphants indiens « qui lui furent opposés en Syrie, en Asie-Mineure et jusqu'en Bactériane ».

M. Ed. Blanc fait, en outre, remarquer que « les chasses à l'Eléphant faites dans la région du Haut-Nil par les Egyptiens pour capturer ces animaux vivants et les domestiquer sont encore relatées dans l'inscription hiéroglyphique de Python. »

« Ces deux inscriptions, conclut l'auteur, témoignent nettement en faveur de la solution du problème de la domestication de l'espèce africaine dans le passé, et, par conséquent, de la possibilité de cette même solution dans l'avenir. »

LE MÉCANISME DE LA COMPLICATION ORGANIQUE

CHEZ LES ANIMAUX

En face de la discipline rigoureuse à laquelle se sont depuis longtemps conformées les Sciences physiques guidées par les Mathématiques, rien n'est plus frappant et, à certains égards, plus humiliant que le désarroi dans lequel se débattent les Sciences naturelles, ou, si l'on veut limiter le sujet, les branches de ces sciences qui traitent plus particulièrement de l'origine, de l'évolution, de la complication graduelle et des rapports des formes animales.

Depuis que le transformisme de Lamarck, bien plus que celui de Darwin, paraît avoir définitivement triomphé, il est entendu, pour tout le monde, que l'explication des formes revêtues par les êtres vivants, doit être demandée à des causes purement physiques; mais, comme on ne sait encore presque rien de ce qu'il serait le plus utile de savoir sur la structure et les propriétés élémentaires des substances vivantes les plus simples, comme on n'a que de vagues notions sur les changements que les agents extérieurs peuvent leur faire subir et même sur la durée et la transmissibilité de ces changements, dès qu'on se met en devoir de chercher une explication des formes des animaux basée sur ce qu'on appelle la *Bio-mécanique*, aussitôt le terrain se dérobe, et les plus extravagantes conceptions prennent la place des données positives sur lesquelles on avait tout d'abord promis de s'appuyer exclusivement. A ce jeu, les réactions les plus violentes succèdent aux engouements les plus irréfléchis; les plus ridicules querelles s'élèvent entre des hommes qui devraient donner l'exemple du calme et de la pondération, et l'habitude s'étend de remplacer l'étude méthodique des faits et la sereine raison par de stériles diatribes. Tout monographe se croit le droit de dresser ses catapultes contre les édifices les plus patiemment construits, les plus solidement cimentés, et l'on a pu voir récemment la découverte d'une sorte d'infusoire présentant quelques traits d'organisation à peine imprévus affoler des intelligences, d'ailleurs bien douées, au point de les inciter à chercher pour la science des assises nouvelles et à déclarer nulles toutes les explications tentées jusque-là.

Un tel état d'esprit ne se rencontre pas dans les autres sciences; il est, dans les sciences naturelles, la conséquence du choc qui s'est produit, à une époque relativement récente, entre deux doctrines opposées : 1° celle du siècle dernier, qui, considérant le monde vivant comme inexplicable, bornait son ambition à la recherche des harmonies de la Nature ou des plans suivant lesquels ses productions avaient été réalisées, et qui a complètement faussé, en s'appliquant exclusivement à la recherche des *fins*, le sens du mot explication ; 2° la doctrine dont Lamarck a été l'initiateur, qui voit dans les formes vivantes des effets dont il faut s'appliquer à déterminer les causes et qui prétend expliquer les phénomènes biologiques, comme on explique les phénomènes physiques, en cherchant des lois élémentaires, dont on s'efforce ensuite de développer les conséquences. Sans doute, cette dernière doctrine a pulvérisé la première; mais ceux-là mêmes qui se réclament d'elle le plus énergiquement n'ont pu se débarrasser tout à fait des vieilles façons de procéder : la coordination patiente des faits est un procédé trop lent à leur gré; les uns déclarent que cette coordination dépasse les forces d'un homme, et ils s'excusent ainsi de ne pas s'en préoccuper; les autres scindent le règne animal en types réels ou virtuels, arbitrairement choisis, autour desquels ils groupent tout ce qu'ils savent, et établissent ainsi une décevante discontinuité là où il faudrait s'efforcer de construire avec les faits une chaîne ininterrompue; d'autres encore agissent comme si les animaux adultes n'avaient plus aucun intérêt, et, sous prétexte que le développement embryogénique de chaque espèce ne serait que l'histoire abrégée de son évolution paléontologique, n'accordent de créance qu'à l'Embryogénie, et la font intervenir à tout propos et hors de propos dans l'appréciation des affinités des êtres. C'est là surtout que les esprits inventifs se sont donné libre carrière : la position de l'embryon par rapport au vitellus, le mode de segmentation de l'œuf, le mode de formation et le rôle ultérieur des feuillets germinatifs, l'origine et le sort du premier orifice embryonnaire ou *blastopore*, l'absence ou la présence de membranes d'enveloppe pour l'embryon, l'origine et le mode de formation des feuillets embryonnaires, le défaut ou l'existence d'une cavité générale du corps, les rapports de cette cavité avec les feuillets germinatifs, qui en font soit un *schizocèle*, soit un *entérocèle*, et bien d'autres observations encore, ont donné lieu à des théories générales du Règne animal ou à des théories partielles qui se sont écroulées les unes sur les autres en un parfait chaos.

Mon but, dans cet article, n'est pas de critiquer ces théories, ni d'en exposer une nouvelle. Je voudrais seulement montrer comment il suffit de

suivre rigoureusement et strictement la méthode des physiciens, de substituer aux hypothèses plus ou moins fondées, plus ou moins compréhensives, une définition aussi exacte, aussi précise des faits qu'il est actuellement impossible d'expliquer, pour que ces faits initiaux, au delà desquels l'explication ne saurait pour le moment remonter, deviennent les têtes de séries de faits de plus en plus compliqués, séries dans lesquelles tout s'enchaîne et s'explique clairement, en tenant compte des résultats acquis ou suggérés par ce que l'on sait de la dynamique des êtres vivants.

I

Les êtres vivants, végétaux ou animaux, sont fondamentalement constitués par une classe de substances particulières[1]. Ces substances ont été longtemps réunies sous une dénomination abstraite, celle de *protoplasme;* elles sont cependant fort diverses, mais se laissent ranger par catégories dont on reconnaît les représentants dans la plupart des éléments vivants à certains caractères de réfrangibilité, d'arrangement, d'aptitude à l'absorption de matières colorantes déterminées, ou même à des propriétés physiologiques particulières, telles que la contractilité. Combien existe-t-il de ces catégories; les substances de chaque catégorie diffèrent-elles d'un individu à l'autre, d'une espèce à l'autre ; procèdent-elles toutes d'une substance primitivement unique, ou étaient-elles originairement indépendantes; demeurent-elles identiques à elles-mêmes ou se modifient-elles soit avec le temps, soit sous l'action des agents extérieurs, physiques ou chimiques ; leurs modifications sont-elles transitoires ou permanentes? Toutes ces questions, dont un certain nombre sont insolubles peut-être, demeurent encore pour nous sans réponse précise. La propriété commune qui nous conduit à réunir toutes ces substances en une même classe, propriété que nous appelons la *Vie*, ne nous est pas davantage connue dans son essence ; nous ne savons si elle est le résultat de deux actions contraires, l'assimilation et la désassimilation, ou, si l'assimilation, comme cela paraît plus probable[2], est son caractère essentiel. Mais dans une première approximation, pour coordonner les faits morphologiques que nous connaissons, nous n'avons pas besoin, quelque important que cela soit pour les explications finales, de pénétrer aussi profondément les choses, ni de substituer des hypothèses à ce que nous ne savons pas; il suffit de bien préciser les caractères des substances vivantes et parmi ces caractères, — étant donné que nous ne poursuivons pour le moment que ce problème : rechercher quelles ont pu être les causes déterminantes des formes organiques, — ceux qu'il nous importe seulement de connaître sont essentiellement les caractères morphologiques.

A ce point de vue, il n'est indispensable de distinguer dans un élément vivant que deux grands groupes de substances : celles qui constituent le corps même de l'élément, corps absolument continu et que nous pouvons désigner sous le nom de *cytosarque ;* celles qui forment les *noyaux*, et qui sont parfois diffuses dans l'élément, plus souvent distribuées en un certain nombre de masses distinctes, dans la règle générale condensées en une seule masse. On peut à volonté considérer l'une ou l'autre de ces trois dispositions comme originelle ; la solution ne saurait jamais être qu'une hypothèse plus ou moins fondée. Mais ce qui est un fait d'observation contre lequel rien ne saurait actuellement prévaloir, c'est que les corps vivants composés d'un cytosarque continu, quel que soit le nombre des noyaux qui s'y trouvent disséminés, ne dépassent pas des dimensions très restreintes. A part certains Myxomycètes, comme le champignon de la tannée, ces dimensions n'excèdent pas une fraction de millimètre. On doit donc reconnaître aux substances vivantes, une première propriété morphologique : *Les substances vivantes élémentaires ne subsistent que sous des dimensions limitées, généralement très faibles.*

II

Un autre trait morphologique, d'importance non moins grande, consiste dans les rapports des noyaux et du cytosarque. Que les cytosarques aient été originairement plurinucléés ou uninucléés, on ne peut se dispenser de reconnaître que les cytosarques plurinucléés sont aujourd'hui l'exception. On peut citer, parmi les Champignons, les Myxomycètes, parmi les Algues, les Siphonées, parmi les Protozoaires, les Foraminifères, qui peuvent atteindre d'assez grandes dimensions et parfois une forme assez complexe, les noyaux se multipliant dans le cytosarque sans que celui-ci se divise ; sous des dimensions beaucoup plus restreintes, le sac embryonnaire de la plupart des Phanérogames, le corps de divers *Lagynnis*, *Opalina*, *Holophrya*, *Urolepius*, *Holosticha*, parmi les Infusoires ciliés, sont aussi plurinucléés. Mais, dans leurs groupes respectifs, souvent même dans leur genre, tous ces organismes à cytosarque simple et à plusieurs noyaux, sont l'exception; la grande règle, c'est que chaque masse de cytosarque ne possède qu'un seul noyau; et, si l'on considère les organismes supérieurs, on

[1] Edmond Perrier : *Les Colonies animales et la formation des organismes.* Masson, éditeur.

[2] Le Dantec : *Théorie nouvelle de la vie.* Alcan, éditeur, 1896.

ne peut échapper à cette constatation formelle : que leur corps est essentiellement constitué de masses de cytosarque, dont chacune est serrée autour d'un noyau ; c'est là, pour ainsi dire, la proposition initiale de l'Histologie.

Ces masses de cytosarque nucléé, on est convenu de les appeler des *plastides*. Rien n'empêche que certains de ces plastides soient plurinucléés ; rien n'empêche que les cytosarques voisins demeurent en communication par des réseaux protoplasmiques plus ou moins complexes, comme le montrent nombre de Rhizopodes ; le fait fondamental c'est que le noyau semble être, pour les substances protoplasmiques qui constituent le cytosarque, un centre d'attraction ; ce centre agit, en tous cas, de telle façon qu'il semble nécessaire à la nutrition du cytosarque, tout au moins à la régularité de cette nutrition, car il impose au cytosarque une forme déterminée. Le fait que les Myxomycètes et les Foraminifères, qui comptent parmi les plus simples des formes vivantes, sont plurinucléés ; le fait que la division des noyaux, même dans les formes organiques élevées, par exemple dans le sac embryonnaire des Phanérogames, dans l'œuf des Arthropodes, précède la division du cytosarque, peuvent être considérés comme une indication que les êtres vivants primitifs étaient des masses plurinucléées de cytosarque ; mais cette constatation hypothétique n'a qu'une importance très secondaire pour l'évolution des formes vivantes, puisque *les seules formes vivantes qui aient atteint quelque degré de complexité sont celles où il s'est établi un tel rapport entre les noyaux et le cytosarque que chaque noyau est entouré d'une masse de cytosarque qui lui appartient en propre et qui constitue avec lui un plastide uninucléé.*

Peu importe encore que ce résultat ait été obtenu d'emblée, que les noyaux soient issus de la division d'un noyau primitivement unique, qu'ils se soient coordonnés primitivement autour d'organes préexistant avant de s'emparer de la masse de cytosarque qui devait constituer avec chacun d'eux un plastide, qu'il y ait même actuellement quelques organismes chez qui les choses semblent se passer ainsi (*Salinella*), ou que les organes résultent, au contraire, de la façon dont des plastides préalablement formés se sont groupés ; ces hypothèses, qui sont toutes possibles, qui se sont peut-être toutes réalisées, et entre lesquelles il nous sera probablement toujours impossible de choisir d'une façon absolue, ne changent rien à cette proposition qui résume toute l'Histologie : *Tous les organismes supérieurs sont constitués par une association de plastides et ces plastides sont, en général, uninucléés ;* en d'autres termes : *tous les organismes supérieurs sont des colonies de plastides.*

III

Il est même impossible de ne pas reconnaître que si les divers procédés énumérés tout à l'heure ont pu être employés indifféremment, à l'origine des choses, pour constituer les êtres vivants, tous ont été réduits à une importance secondaire, sinon complètement éliminés, au profit d'un seul. A l'heure actuelle, sauf dans les cas évidemment peu nombreux que nous avons énumérés : formation de l'albumen des Phanérogames, premières phases de la segmentation de l'œuf quand le vitellus est très abondant et enfermé sous une coque rigide, développement de certains éléments spéciaux le plus souvent pathologiques, *la division du noyau et celle du cytosarque chez les êtres vivants supérieurs sont deux phénomènes synchroniques, ayant pour résultat la multiplication des plastides, qui se groupent, après leur constitution définitive, pour former les tissus et les organes dans lesquels se décompose le corps de ces êtres.* C'est là, dégagée de toute hypothèse, la proposition fondamentale de l'Embryogénie.

Toutes les suppositions que l'on pourra faire pour expliquer ce résultat, toutes les études que l'on pourra entreprendre pour déterminer la voie par laquelle il a été obtenu, ne sauraient y rien changer. Lui seul peut nous servir de point de départ pour nos coordinations ultérieures, parce qu'il est le seul mécanisme de formation des êtres vivants qui ait subsisté et qu'alors même que des êtres vivants auraient été construits par un autre procédé ou même que tous auraient été construits, à une autre époque, par un procédé différent, *tout se passe aujourd'hui comme si ce procédé avait été seul et constamment employé.*

D'autre part, quels qu'aient pu être les phénomènes compliqués qui ont marqué la formation du noyau de l'œuf végétal, aussi bien que de l'œuf animal, il est hors de doute que tout être polyplastique commence par être réduit à un plastide unique, uninucléé. *Tout se passe donc encore, à l'heure actuelle, comme si les êtres vivants étaient issus de plastides uninucléés et s'étaient constitués par la division simultanée du noyau primitif unique et du cytosarque de ces plastides.*

Que les propositions que nous avons jusqu'à présent formulées expriment des faits primitifs ou des résultats graduellement réalisés, cela ne diminue en rien ni leur généralité, ni leur importance ; quelles que soient les interprétations que l'avenir leur réserve, elles sont les bases sur lesquelles la morphologie actuelle ne peut éviter de s'appuyer.

C'est donc en vain qu'on essayerait d'imaginer que les animaux supérieurs descendraient d'êtres

sarcodiques ayant une bouche et un anus réunis par un tube digestif creusé à même dans le cytosarque, une vacuole contractile découpée dans la substance protoplasmique, un tégument purement cuticulaire; que sous ce tégument, autour des parois sans structure du tube digestif et de la vacuole contractile seraient venus *à posteriori* se grouper des noyaux qui auraient attiré à eux la substance du cytosarque et auraient ainsi créé du même coup tout un ensemble d'éléments anatomiques différenciés d'emblée autour d'une cavité générale; si des Métazoaires ont pu se constituer ainsi, nous ne le saurons jamais, attendu que tous ceux dont nous avons pu actuellement étudier le développement se constituent suivant les règles que nous venons d'énumérer, c'est-à-dire tout autrement. Or, ces êtres appartiennent aux types les plus variés et notamment aux types les plus élevés aussi bien du Règne végétal que du Règne animal.

La Morphologie actuelle repose donc sur cette base inébranlable que les êtres vivants, loin de se faire en bloc, comme le voudrait l'hypothèse que nous venons d'indiquer, se construisent pièce à pièce par l'addition successive à un plastide primitif, de plastides nouveaux, nés de sa propre substance. Cette édification conduit-elle directement, sans aucun intermédiaire, sans temps d'arrêt, du plastide primitif à l'organisme complexe auquel il doit aboutir? C'est là une nouvelle question, à laquelle peut seul répondre l'examen des faits, et il y en a deux séries que nous pouvons examiner tour à tour: les uns concernant les animaux adultes seulement, les autres leurs formes embryonnaires.

IV

La comparaison des formes adultes du Règne animal conduit à cette conclusion, sur laquelle tout le monde est à peu près d'accord aujourd'hui, que les animaux polyplastiques ou métazoaires se subdivisent, pour le moins, en cinq séries: celles des Spongiaires, des Polypes, des Échinodermes, des Arthropodes et des Néphridiés.

Chacune de ces séries comprend des êtres d'inégale complication; pour l'une d'elles, tout au moins, celle des Polypes, la façon dont la complication est obtenue est d'une telle évidence qu'il n'y a à cet égard aucune dissidence parmi les zoologistes. La série commence par des êtres simples, ayant la forme d'un cornet dont la paroi serait formée d'une double assise de plastides; des prolongements tactiles, les *tentacules*, entourent l'orifice du cornet, qui sert à la fois de bouche et d'anus; c'est ce qu'on appelle une Hydre.

Les formes complexes ne diffèrent de cette forme simple que parce qu'elles sont constituées par des hydres nombreuses qui ont poussé les unes sur les autres latéralement, et ont ainsi formé un arbrisseau dont la forme rappelle celle d'un végétal. Ces hydres ne sont pas nécessairement toutes semblables entre elles; de même que les feuilles des végétaux pourront devenir dissemblables, se *différencier* au point de constituer des feuilles radicales, des feuilles caulinaires, des écailles, des bractées, des sépales, des pétales, des étamines, des carpelles, de même des hydres associées en un même arbuscule pourront différer beaucoup les unes des autres; les unes sont nourricières et ont, comme telles, une bouche; d'autres, qui en sont dépourvues, peuvent s'employer à l'exploration du milieu, à la capture des proies, à la défense de la communauté, à la reproduction, ou se grouper de manière à fournir des productions variées telles que les phylactocarpes, véritables organes de fructification, des *Aglaophenia*, les méduses de beaucoup d'Hydraires gymnoblastiques, les coralliozoïdes des Coralliaires, etc. La ressemblance avec ce qui se passe chez les végétaux est telle que les méduses sont pour les arbrisseaux formés par des hydres de véritables fleurs. Ces fleurs animales sont formées d'un bouquet d'hydres, comme les fleurs végétales sont formées d'un bouquet de feuilles; mais chez le végétal, la fleur est inerte et ne devient libre qu'à l'état de fruit; chez l'animal la fleur est mobile, se détache le plus souvent quand elle a acquis tout son développement et nage librement dans l'eau ambiante, comme le ferait un poisson. Sur cet ensemble de faits que l'hydre, en se répétant par bourgeonnement, produit un arbrisseau qui fleurit et dont les fleurs, les méduses, se détachent pour vivre d'une façon indépendante, on a construit une foule d'édifices métaphysiques; on s'est évertué à rechercher si l'hydre était un individu, la méduse un individu différent, l'arbrisseau sur lequel elle pousse un autre individu; et comme ce mot individu qui est, au fond, synonyme d'*unité indivisible*, prête à toutes les confusions, suivant qu'on se place au point de vue morphologique, embryogénique, physiologique ou psychologique, suivant que l'on considère un végétal ou un animal, un Vertébré, un Ver ou un Polype, on a pu se livrer, sur ce futile sujet, à d'interminables discussions portant exclusivement sur des mots.

Les faits sont infiniment plus simples et plus instructifs. Il est clair pour tout le monde qu'une hydre est un organisme irréductible en parties similaires autres que ses plastides; nous pouvons toujours convenir de désigner un organisme ainsi construit par un nom; nous adopterons celui de *méride*. Il est non moins évident que l'arbrisseau résultant du bourgeonnement répété d'une hydre peut être considéré comme résultant de l'associa-

tion d'un certain nombre d'hydres ; à un tel organisme, nous pouvons donner un nom arbitrairement choisi, celui de *zoïde ;* le zoïde est ainsi l'équivalent d'une somme de mérides ; à ce point de vue, une méduse est un zoïde. Une association dans laquelle entrent à la fois des hydres et des méduses est plus complexe qu'une association formée d'hydres seulement, puisqu'elle est une somme de mérides et de zoïdes : on peut lui donner le nom de *dème*, et, pour ne pas compliquer inutilement la nomenclature, étendre ce dernier nom aux associations de zoïdes.

Ce sont là de pures définitions. Toutes les fois qu'un organisme paraîtra composé de parties équivalentes chacune à un méride, il pourra recevoir la qualification de zoïde ; toutes les fois que, dans un zoïde, un certain nombre de mérides se grouperont de manière à former un ensemble qui pourra être considéré à part, cet ensemble de mérides sera par définition un zoïde, et l'organisme dont ce zoïde fera partie, par cela seul qu'il comprendra encore d'autres zoïdes ou d'autres mérides, sera un dème. Nous sommes ici sur le terrain de la morphologie pure ; il n'y a pas à mêler à la notion morphologique si simple et si claire du méride, du zoïde ou du dème, des considérations physiologiques, psychologiques ou autres sur l'individualité, l'autonomie des organismes ou des parties d'organismes que ces termes désignent ; peu importe que les mérides dont un zoïde est constitué, les zoïdes dans lesquels un dème se décompose, soient ou aient été, à une période paléontologique quelconque, capables de mener une vie indépendante ; il y a des méduses qui ne se détachent jamais du dème dont elles font partie ; elles n'en sont pas moins des zoïdes ; la rupture du pédoncule des méduses n'est qu'un accident qui ne change rien à l'essence des choses et dont, pour le moment, nous n'avons pas à tenir compte.

V

Si maintenant, généralisant ces définitions, nous essayons d'interpréter à leur lumière l'organisation d'un animal tel qu'un Insecte, il apparaîtra clairement que chacun des segments du corps de l'Insecte est un méride ; que ces mérides forment trois groupes distincts, auxquels convient de tous points la dénomination de zoïdes et que l'ensemble de ces trois zoïdes est un dème. De ce que le zoïde méduse d'un Polype se sépare accidentellement de son dème pour mener une vie indépendante, on ne saurait inférer que la tête des Insectes, parce qu'elle est un zoïde, ait jamais été susceptible de mener une vie indépendante, qu'elle ait été un organisme capable d'en engendrer un autre différent, le thorax, qui aurait lui-même engendré l'abdomen. Cela n'est pas aussi absurde qu'on pourrait le croire au premier abord ; l'histoire du développement des Crustacés supérieurs est là pour le démontrer, comme nous le verrons tout à l'heure ; mais enfin, en ce qui concerne les Insectes, les choses se passent autrement. Au point de vue morphologique, l'Insecte se prête donc à la même analyse qu'un dème d'hydres, ou, pour simplifier le langage, qu'un hydrodème. Entre les deux catégories de dèmes, il n'y a qu'une différence résidant dans l'orientation des mérides : les mérides d'un hydrodème font les uns par rapport aux autres des angles variables, différents de 180 degrés ; ceux d'un Insecte font tous les uns par rapport aux autres un angle constant de 180 degrés ; autrement dit, ils sont disposés en ligne droite : un hydrodème est donc un *dème ramifié ;* l'Insecte, un *dème linéaire*.

Nous sommes toujours, on ne saurait trop le remarquer, dans le domaine des définitions et, par conséquent, tout ce que nous venons de dire est au-dessus des discussions.

Mais revenons à l'hydrodème et voyons comment il se constitue. Est-ce tout d'une pièce, comme il conviendrait à une masse protoplasmique qui aurait grandi et dans laquelle les noyaux auraient pris ensuite une disposition spéciale ? Nullement. L'œuf né sur un hydrodème, produit d'abord un hydroméride ; sur celui-ci en naît un second, parfois plusieurs, par bourgeonnement ; sur chacun de ces derniers en poussent d'autres, et ainsi de suite, de sorte que c'est par étapes successives que l'hydrodème se constitue, chacun de ses mérides étant produit par celui sur lequel il est fixé et produisant ceux qu'il porte ; c'est à peu près ce qui se passe chez les végétaux lorsqu'ils se ramifient. Chose remarquable, les œufs sur un hydrodème naissent de préférence sur les parties vagues, intercalées entre les mérides et qu'il est impossible d'attribuer en propre à aucun d'eux ; ils semblent être la propriété indivise de l'hydrodème plutôt que la propriété particulière d'un méride déterminé, et ils reproduisent l'hydrodème avec toutes ses particularités ; les choses se passent de même dans le Règne végétal. Il suit de là que malgré tout son appareil de polypes nourriciers, préhenseurs ou tactiles, et de méduses capables de devenir autonomes, un hydrodème est un *organisme*, au même titre qu'une plante phanérogame quelconque, ou, si l'on veut se servir avec le sens courant qu'on lui donne dans le langage usuel, d'un mot que son élasticité a rendu mauvais dans le langage scientifique, c'est un *individu*, un individu au même titre qu'un poisson, un oiseau ou un chien. Cela est si vrai que si nombre d'hydrodèmes sont fixés, il en

est aussi de libres, ce sont les *Siphonophores*, et ceux-là ont une forme déterminée, des organes de flottaison, de natation, de protection, occupant des places fixes, se présentant en nombre constant, exactement comme les membres ou les organes des animaux supérieurs; de même que ces animaux, les Siphonophores combinent leurs mouvements et se déplacent sous l'influence manifeste d'une volonté unique. On s'est attardé cependant à discuter la question de savoir si un hydrodème fixé ou libre était un individu ou une association d'individus; cette question s'est posée pour les ténias : on a inventé les mots de *colonies*, de *cœnobium*, de *cormus*, pour désigner de telles associations où plusieurs êtres, capables cependant de mener une existence indépendante, demeurent en continuité de tissu et combinent leurs facultés pour vivre en commun. Le mot de *colonie* est ainsi devenu l'opposé du mot *individu*, et cette opposition, qui a amené tant de discussions oiseuses, a été une des plus malheureuses conceptions de la Zoologie. Certes, le mot de colonie n'eût jamais été inventé, si d'emblée on avait comparé les hydrodèmes non pas à des animaux supérieurs, mais à des végétaux; on n'aurait pas été surpris de les voir bourgeonner, se ramifier, fleurir, produire des drageons, des boutures ou des greffes, et l'on aurait tout de suite compris qu'un hydrodème est un organisme au même titre qu'un poirier. Toutes les théories relatives à l'individualité, aux générations alternantes et aux mille détails qui s'y rattachent eussent été ainsi évitées; mais les zoologistes se croyaient obligés de retrouver le Vertébré ou l'Insecte dans tous les animaux, ils s'efforçaient de faire rentrer tout ce qu'ils découvraient dans le cadre étroit des conceptions qu'ils avaient tirées de l'étude des animaux supérieurs; ils renversaient ainsi la méthode scientifique; c'est l'origine réelle de l'inextricable confusion qui s'est un moment introduite dans la science et dont elle subit encore les conséquences.

En se plaçant au point de vue purement statique, en comparant entre eux des organismes achevés dans des conditions différentes et dont le mode de constitution était parfois irréductible, on a rendu absolument confuses des idées qui restent parfaitement claires, quand on se place non pas même au point de vue de la dynamique, mais de la cinématique des organismes, quand on essaye de se rendre compte du chemin qu'ils ont suivi pour arriver à leur actuelle complication.

VI

Quoi qu'on en ait pu dire, le mode de constitution de l'organisme qui a conduit à l'idée de *colonie* n'est en aucune façon exceptionnel. Général dans la série tout entière des Polypes, il a présidé à peine atténué à la constitution de la série des Éponges; il caractérise, sans conteste, la classe des Bryozoaires, celle des Lucies ou Pyrosomes dans l'embranchement des Tuniciers et dans la classe des Ascidies, l'ordre entier des Synascidies ou Ascidies sociales et composées. Or, l'Éponge primitive ou *spongoméride*, l'*hydroméride*, le *bryoméride*[1], l'*ascidie* sont des organismes de type absolument différent et qui comprennent entre eux le Règne animal presque entier, puisque le spongoméride présente encore des traits d'organisation qui ont permis de le comparer à un protozoaire, tandis que l'Ascidie est généralement considérée aujourd'hui comme un vertébré dégénéré. On ne saurait évidemment admettre *à priori*, sans grave imprudence, qu'un mode de formation des organismes qui se retrouve en des régions si diverses du Règne animal, soit chose sans importance et dont il soit loisible de négliger les indications relativement au mécanisme de la complication graduelle de l'organisme animal.

Il y a donc lieu de rechercher si les organismes que l'on oppose aux *organismes coloniaux* ou *organismes polyzoïques*, en les considérant comme des *organismes simples* ou *organismes monozoïques* échappent réellement aux lois qui ont présidé à la constitution des premiers. Or, quand on examine ces organismes on trouve que la plupart d'entre eux sont constitués sur le type même que nous a présenté l'Insecte auquel s'applique si bien le vocabulaire morphologique auquel nous a conduit l'étude des organismes dits coloniaux ou polyzoïques. Ils sont formés de mérides placés bout à bout, en ligne droite; on dit pour cette raison qu'ils sont *métamérides*, et l'on applique la dénomination de *métamérídation* ou de *métamérisme* à leur mode de constitution. Chez les Arthropodes (Onychophores, Mérostomacés, Arachnides, Crustacés, Myriapodes, Insectes), les Vers annelés (Polychètes, Oligochètes, Hirudinées) et les Cestoïdes ou Ténias, le métamérisme est évident; mais ces animaux ne sont pas seuls métamérídés; les jeunes Géphyriens armés le sont également; les Trématodes que le mode simple de leur développement conduit à considérer comme primitifs (*Temnocephala*, *Stichocotyle*, *Dactylocotyle*, *Plectanocotyle*, jeunes *Udonella*, *Pteronella*, *Diplozoon*), les Turbellariés (Polyclades, *Procerodes*), les *Dinophilus*, un grand nombre de Némertes (PELAGONEMERTINA, SCHIZONEMERTINA, TREMONEMERTINA), les embryons d'Entéropneustes, tous les Vertébrés ont, de l'aveu de tous les zoologistes, un corps métamérídé. Une étude comparative des

[1] Nous désignons ainsi le méride dont la répétition forme ce qu'on appelle dans le langage courant des Zoologistes une Éponge, une colonie d'Hydres, de Bryozoaires, d'Ascidies.

Géphyriens, des Trématodes, des Turbellariés, des Némertes et même des Cestoïdes, montre d'ailleurs que le métamérisme est susceptible de s'effacer graduellement dans ces groupes zoologiques; et comme le développement des Mollusques, dont l'organisme adulte paraît, au premier abord, si nettement frappé au coin de l'unité la plus pure, présente des traits assez nombreux qui ne peuvent guère s'expliquer que par l'existence d'un ancêtre métamériqué, on est conduit à cette proposition : *Tous les animaux de grande dimension ou d'organisation complexe dont le corps n'est pas ramifié, sont actuellement métamérides ou descendent d'ancêtres qui l'étaient.*

La question du métamérisme prend, en raison de cette proposition, une importance de premier ordre. Aussi a-t-on cherché à donner de ce mode d'organisation des explications plus ou moins heureuses. On a invoqué pour en rendre compte :

1° Les *nécessités de la nutrition :* le tube digestif se serait plissé transversalement pour augmenter l'étendue de sa surface active et aurait entraîné le reste du corps dans son plissement;

2° Les *conséquences de la locomotion :* les ondulations régulières du corps d'une Annélide qui nage auraient amené des plissements des parois du corps alternativement éloignées du tube digestif ou contiguës avec lui, les pieds et les ganglions se formant aux points d'inaction;

3° La *disposition des organes génitaux*, formant d'abord des colonnes longitudinales continues, que les mouvements de natation auraient régulièrement fragmentées, les fibres annulaires étranglant le corps entre les fragments et déterminant ainsi une réelle segmentation du corps.

Nous sommes bien habitués, depuis Lyell et Darwin, à voir les petites causes produire de grands effets; mais ici la disproportion est vraiment par trop grande. Tout d'abord, les Arthropodes, bien que si nettement métamérides, échappent à ces trois sortes d'explication; leur tube digestif n'est nullement plissé; ils ne se meuvent que bien rarement en ondulant comme le font quelquefois les Vers annelés. Il serait bien étrange qu'ayant perdu les plis du tube digestif qui devaient assurer la puissance de la nutrition et dont l'importance est toujours actuelle, ils aient conservé les constrictions des parois de leur corps après avoir perdu presque dès l'origine des choses, s'ils l'ont jamais possédé, le mode de locomotion qui les aurait accidentellement produites. D'ailleurs, où sont ici les muscles constricteurs?

La même observation s'applique, à peu de chose près, aux Vertébrés. Nous verrons que cependant leur métamérisme est calqué jusque dans les moindres détails de sa production sur celui des Vers annelés et doit, par conséquent, être rattaché à la même cause.

En ce qui concerne les Vers, il est d'abord à remarquer que ceux dont le tube digestif présente la plus grande complication de plis latéraux, les Polyclades, les Némertiens, par exemple, sont justement ceux chez qui le métamérisme est le moins accusé, ce qui n'est guère en rapport avec la théorie, contre laquelle la constitution du tube digestif des Mollusques que M. de Quatrefages appelait *phlébentérés* élève une objection de même nature. La théorie voudrait encore que ce fût chez ceux dont le corps est le plus volumineux, chez qui, par conséquent, la disproportion entre le volume du corps à nourrir et la surface d'absorption est plus considérable, que le métamérisme fût poussé à son maximum. Or, chez tous ceux-là il s'efface plus ou moins, tandis que chez les plus humbles, les plus petits des Vers annelés, comme des Turbellariés, les Syllidiens, les Naïdiens, les Microstomidés, dont le tube digestif est presque rectiligne, le métamérisme est exagéré à ce point que le corps peut se dissocier en tronçons, dont chacun reconstitue un organisme indépendant; c'est l'origine des phénomènes qu'on a décrits chez ces animaux sous les noms de *scissiparité* et de *génération alternante.*

D'autre part, quiconque a étudié les Vers annelés sait que la natation par ondulations est chez eux un mode de locomotion exceptionnel, surtout pendant la période de reproduction. Les Vers annelés nageurs sont l'exception; presque tous se terrent ou vivent dans des tubes; c'est seulement quand ils sont épeurés, qu'ils fuient en nageant; et ce serait cette allure accidentelle qui aurait été la cause mécanique de ce grand phénomène du métamérisme! Admettons pourtant que cette allure soit normale, encore faudrait-il, pour que l'explication fût admissible, que les segments du Ver fussent à peu près de même longueur que les demi-ondulations de son corps; or, quiconque a vu nager une Annélide sait encore qu'une multitude de segments sont contenus dans chacune de ses demi-ondes, et qu'il ne peut exister aucune sorte de rapport entre les uns et les autres. Enfin, si la segmentation des Vers annelés était réellement la conséquence des ondulations de leur corps, surtout si les organes génitaux intervenaient dans cette segmentation, elle se serait seulement produite lorsque le Ver aurait été très près de l'âge adulte; d'après la loi de l'*Hérédité aux âges correspondants de la vie*, qu'il est toujours, à la vérité, loisible aux auteurs d'hypothèses de mettre en doute, la segmentation du corps de l'embryon devrait donc être tardive; c'est, au contraire, le phénomène initial de la formation du corps. Tous

les segments devraient se former simultanément; au contraire, aussi bien chez les Arthropodes, les Vers annelés, les Cestoïdes que chez les Vertébrés, ils se forment un à un, généralement à l'extrémité postérieure du corps, en avant du telson. Il est donc permis de dire que les hypothèses le plus récemment proposées pour expliquer le métamérisme ne reposent que sur un rêve; et que, de plus, loin d'expliquer quelque chose, elles sont en contradiction formelle avec les habitudes physiologiques et les rapports morphologiques du corps des Vers annelés, avec les données les plus précises de l'embryogénie, et une loi de l'hérédité jusqu'à présent regardée comme fondamentale par les transformistes. Il serait donc contraire à toute méthode scientifique de s'y arrêter.

VII

Revenons, au contraire, à nos organismes ramifiés et cherchons à préciser les caractères des faits de développement qu'ils nous présentent. L'œuf d'un spongodème, d'un hydrodème, d'un bryozoïde, d'un ascidiodème, produit tout d'abord, avons-nous dit, un spongoméride, un hydroméride, un bryoméride, ou une ascidie[1]; le méride ou l'ascidie commence par différencier ses tissus et ses organes et, pendant un certain temps, grandit en demeurant semblable à lui-même; puis, sans qu'il soit possible d'avoir du phénomène une raison « bio-mécanique » précise, mais il est bien clair que personne ne suppose cette raison surnaturelle ou métaphysique, le sens des phénomènes de croissance change; il se constitue en une région de la paroi du corps que nous ne savons pas encore caractériser physiologiquement, une protubérance à la formation de laquelle prennent part les principaux tissus du méride ou de l'ascidie, et cette protubérance qu'on désigne sous le nom de *bourgeon* devient un organisme, méride ou ascidie, semblable à celui qui est issu de l'œuf[2]. Nous pouvons donc, en ce qui concerne les zoïdes et les dèmes ramifiés, exprimer cette loi, qui rappelle une loi analogue que l'étude des plastides nous a conduit à formuler : « *Les mérides constitutifs d'un zoïde ou d'un dème grandissent en demeurant géométriquement semblables à eux-mêmes jusqu'à une certaine limite; puis leur croissance se localise et ils donnent naissance à un ou plusieurs bourgeons dont chacun se transforme en un méride nouveau.* »

Les mérides ainsi formés peuvent être identiques au méride originel ou en différer plus ou moins, s'ils s'adaptent à des fonctions nouvelles. Les bourgeons peuvent aussi se former bien avant que le méride qui les porte ait atteint sa taille ou sa constitution définitive, au point que le méride initial et ses bourgeons peuvent paraître se former presque simultanément aux dépens de l'œuf (Siphonophores), que l'œuf peut produire presque directement un zoïde au lieu d'un méride (Trachyméduses, Acalèphes, Coralliaires), et qu'on voit même chez les Tuniciers, le bourgeonnement se produire dans l'œuf, l'ascidie initiale se résorber presque entièrement et l'œuf laisser éclore un petit dème formé de plusieurs ascidies nées par bourgeonnement sur l'ascidie-mère disparue. Ce sont là les phénomènes d'*accélération embryogénique* ou de *tachygénèse* dont j'ai minutieusement exposé toutes les gradations connues, soit dans les *Colonies animales*, soit dans mon *Traité de Zoologie*.

Les raisons bio-mécaniques de cette accélération embryogénique, comme celles de la limitation de la taille des mérides, nous les entrevoyons en partie; mais malgré tous nos efforts de pénétration, nous sommes bien obligés de reconnaître que nous ne les possédons pas sûrement; au moins les faits sont-ils incontestables et, bien définis, bien compris, peuvent-ils nous servir de base pour coordonner des faits nouveaux, les ramener aux faits connus, ce qui est proprement, au point de vue scientifique, les *expliquer*.

VIII

Si l'on cherche maintenant à quelles conditions générales d'existence répondent les deux grandes formes d'organismes, la *forme ramifiée* (Phytozoaires) et la *forme segmentée* (Artiozoaires), on trouve que tous les organismes ramifiés — et ceci comprend même les végétaux — sont fixés au sol ou suspendus dans l'eau à une bulle d'air (Siphonophores), ce qui est, en somme, une sorte de fixation; au contraire, tous les animaux

[1] S'il est réel que les Tuniciers soient des Vertébrés dégénérés, une ascidie serait déjà un organisme du rang des dèmes; comme les organismes d'une complication supérieure au rang des dèmes sont rares, il n'est pas nécessaire de créer pour eux un nom nouveau et l'on peut se borner à désigner sous le nom des démules les organismes de complication supérieure aux zoïdes qui prennent part à leur constitution; certains Siphonophores ont ainsi des démules capables de se détacher et de mener, comme les méduses, une existence indépendante.

[2] Il est très vraisemblable cependant que les nécessités de la nutrition et, notamment, l'incontestable disproportion entre l'accroissement du corps en surface et son accroissement en volume comptent ici, au moins dans une certaine mesure, parmi les causes qui ont rendu nécessaire le bourgeonnement des mérides, aussi bien que la division des plastides et la limitation de leur taille; l'observation de tous les organismes inférieurs montre que toutes ces causes ont agi d'ailleurs non pas en provoquant la formation de *plis simultanés* dans tel ou tel organe, mais celle de *bourgeons successifs* intéressant tout l'organisme; de là, la complication *graduelle* du corps des organismes et son mode de développement par *addition successive* de mérides, jamais par clivage simultané de toute sa longueur.

segmentés sont libres et mobiles. Les réciproques de ces deux propositions ne sont pas rigoureusement vraies [1], mais il n'entre pas dans notre sujet d'en rechercher les raisons, qui sont d'ailleurs faciles à donner dans chaque cas particulier; il nous suffit de constater la grande généralité des deux propositions directes pour être autorisés à chercher dans les deux genres de vie si différents qui leur correspondent, l'origine des deux types de structure que présentent les animaux. Or, ce n'est pas faire une supposition qui sorte des données les plus probables de la « bio-mécanique » que d'admettre, comme je l'ai indiqué dès 1879 dans une leçon au Muséum, que les mérides initiaux n'étaient pas tous également pesants, à volume égal; que les moins pesants ont pu nager plus facilement que les autres dans le milieu ambiant tout à fait homogène; que leur natation s'est accomplie dans le sens du premier orifice formé à leur surface, devenu par cela même orifice buccal; qu'ils ont pris dès lors et conservé la forme d'un solide de révolution; que s'ils se sont fixés plus tard, ils l'ont fait par un de leurs pôles en conservant leur symétrie par rapport à un axe; qu'ils ont pu dès lors produire des bourgeons en tous les points de leur corps où, pour une raison quelconque, l'activité nourricière a été surexcitée, et qu'ils sont ainsi devenus l'origine d'organismes ramifiés.

Au contraire, les mérides les plus lourds sont tombés sur le sol sous-marin et ont dû se mouvoir à sa surface pour y trouver leur nourriture; par suite de leur pesanteur, ils se sont forcément plus ou moins aplatis; leur locomotion s'est faite dans le sens de l'orifice buccal; les efforts de l'animal pour saisir sa nourriture ont amené cet orifice sur la face du corps reposant sur le sol; cette face s'est caractérisée comme *face ventrale*, la face opposée comme *face dorsale;* dès lors le méride ayant une extrémité antérieure, une extrémité postérieure, une face ventrale, une face dorsale, a eu, par cela même, une moitié droite et une moitié gauche; *la symétrie bilatérale commune à tous les animaux métamérides s'est trouvée réalisée.*

Etant donné notre point de départ, admissible, je pense, pour tout le monde, ces conséquences sont rigoureusement nécessaires. Or, le fait d'être plus ou moins lourd n'a pu faire perdre à notre méride sa propriété de bourgeonner; de ce que cette propriété est générale chez les mérides fixés végétaux ou animaux, nous avons bien le droit de conclure, sans exagération, que cette propriété ne peut manquer aux mérides libres. S'exercera-t-elle ici dans les mêmes conditions? Evidemment non; la « bio-mécanique » combinée avec la sélection naturelle nous indique clairement ce qui arrivera. Il ne pourra se former de bourgeon en avant du méride, parce que le terrain sur lequel se trouve la nourriture serait balayé lorsque la bouche y arriverait; il ne pourra s'en former sur le dos parce que les bourgeons, plus lourds que l'eau par hypothèse, seraient appliqués sur le dos de l'animal par leur propre poids et par la pression de l'eau dès que l'animal se déplacerait; les bourgeons latéraux seraient de même alors rabattus sur le côté et se souderaient au corps en même temps qu'ils gêneraient la marche; il ne saurait être question davantage de bourgeons ventraux; il ne reste alors qu'une seule place pour la production de bourgeons, c'est l'extrémité postérieure du corps; et la production de tels bourgeons conduit forcément à la formation d'organismes métamérides. Mais que peut être un bourgeon postérieur, sinon l'extrémité postérieure même de notre méride, plus ou moins isolée par une constriction transversale de la région antérieure, extrémité toujours en voie de croissance et dans laquelle les mêmes organes se constituent?

On peut même prévoir que ce second méride une fois caractérisé ne produira pas de bourgeons à son extrémité postérieure; il constitue, en effet, pour ainsi dire, l'arrière-garde du jeune zoïde; s'il n'acquérait pas très vite et ne conservait pas une grande sensibilité, ce dernier serait sans cesse exposé à être surpris par derrière. Le méride postérieur, une fois caractérisé, ne bourgeonnera donc qu'en avant de son extrémité antérieure; les mérides nouveaux se formeront un à un, et le plus jeune sera toujours l'antépénultième.

IX

Si cette conclusion est exacte, si les animaux métamérides résultent du bourgeonnement postérieur de mérides libres, les plus inférieurs d'entre eux doivent naître réduits à un seul méride ou à un petit nombre de mérides. Les mérides suivants doivent naître un à un, par la constitution graduelle à l'état de méride de la région postérieure du corps du premier méride, puis successivement de la région qui précède immédiatement le deuxième méride formé: celui-ci demeure le méride terminal ou *telson.*

C'est justement l'histoire même du développement des Vers annelés les plus inférieurs (Syllidiens); ils naissent sous la forme d'un méride qui a reçu le nom de *trochosphère* et dont la ressemblance avec certains Rotifères demeurant toujours à l'état isolé est frappante (*Trochosphæra æquatorialis*). L'accélération embryogénique fait ensuite

[1] Les Méduses, les Etoiles de mer, etc., quoique libres, ont un corps ramifié; les Cirripèdes, quoique fixés, ont un corps segmenté.

son œuvre et éloigne peu à peu du type initial le mode de développement des plus spécialisés de ces Vers. En présence d'un tel résultat, toutes les objections que l'on pourrait soulever ne sauraient être considérées que comme des difficultés momentanées qu'il appartient à des recherches précises, intelligemment conduites, de lever.

La première qui ait été formulée consiste à dire que la trochosphère n'est pas un méride, qu'elle comprend trois parties dissemblables : une antérieure à la bouche qui deviendra la tête du Ver, une moyenne qui formera son corps, une postérieure qui formera son telson. C'est là une interprétation purement arbitraire de la trochosphère; les trois régions qu'on lui suppose ici sont absolument virtuelles, c'est-à-dire qu'elles n'existent pas; la trochosphère typique est parfaitement indivise; c'est bien un méride isolé. Il importe peu dès lors qu'une partie plus ou moins étendue de son corps soit employée à former des segments différents, comme cela arrive d'ailleurs partout où il y a bourgeonnement; il n'importe pas davantage que le mésoderme se forme dans la région qui deviendra plus tard le telson et passe de là dans les régions moyenne et antérieure du corps. L'histoire de la formation des bourgeons chez les Ascidies composées, dont la constitution coloniale est cependant incontestée, présente des faits autrement étranges, qui s'expliquent par des considérations tirées des effets connus de l'accélération embryogénique.

C'est en raison de ces phénomènes d'accélération que les Arthropodes inférieurs naissent sous la forme d'un organisme à trois mérides, le *nauplius*, qui est peut-être lui-même issu de formes particulières de Rotifères, tels que les *Pedalion* (Zograf).

D'ailleurs, quel que soit le degré de l'accélération embryogénique, chez tous les animaux métamérides, du Copépode ou de la *Syllis* à l'Homme, les segments se forment tout d'abord un à un, en avant du telson; la règle du développement demeure invariable. Toutefois, la théorie ne s'oppose pas à ce qu'il s'intercale des segments n'importe où, à la condition que la production de ces segments ne gêne pas la locomotion; il pourra donc s'intercaler entre certains groupes de segments, des zones particulières de bourgeonnement; ces zones ne sont pas nécessairement assujetties à un rôle particulier (embryons des Vertébrés); le plus souvent, néanmoins, elles aboutissent soit à la formation de nouveaux zoïdes qui se séparent les uns des autres pour vivre à l'état de liberté (Naïdiens, Syllidiens), soit à une double métamérídation dont les Sangsues fournissent un remarquable exemple, soit à la formation de régions distinctes du corps. Ce cas, particulièrement intéressant, caractérise le développement des Crustacés décapodes. Chez tous les Crustacés inférieurs, le telson étant mis à part, les trois segments du nauplius deviennent respectivement les trois premiers segments céphaliques de l'animal, et ces segments sont caractérisés, comme segments céphaliques, bien avant que le reste du corps se soit constitué. On peut donc dire que *le nauplius qui naît avant que son telson soit différencié, représente morphologiquement la tête du crustacé adulte et que cette tête a bourgeonné le reste du corps.*

Si étrange qu'elle puisse paraître au premier abord, cette proposition est absolument conforme aux faits. Chez les Crustacés podophthalmes, il se constitue très vite en arrière de la future région céphalique deux segments qui produisent chacun des segments nouveaux : le second en avant du telson, suivant la règle habituelle; le premier en avant du second; ces deux segments sont l'origine, l'un de la région thoracique de l'animal, l'autre de sa région abdominale qui se comportent, on le voit, au point de vue du développement, comme deux zoïdes distincts. Ces deux zoïdes peuvent d'ailleurs se développer simultanément (Schizopodes); ou bien le thorax prend l'avance sur l'abdomen, de sorte que l'embryon présente une région céphalique et une région thoracique bien différenciées quand l'abdomen est encore à l'état de moignon (Penæidæ, Eryonidæ, Palinuridæ, Homaridæ); ou bien, au contraire, l'abdomen se développe plus rapidement que le thorax (Galathéidæ, Paguridæ, Brachyures). Les trois zoïdes accusent ainsi une indépendance relative, liée sans doute à la commune façon d'agir des mérides qui les constituent; et l'on remarquera que si le nauplius n'est formé que de mérides qui entreront dans la constitution de la tête du crustacé adulte, les Crustacés du second groupe présentent aussi un stade embryonnaire libre et actif, où tous les segments différenciés représentent exclusivement les segments céphaliques et thoraciques de l'adulte. Pour convaincre un naturaliste de bonne foi qu'il est réellement possible qu'un animal soit à un certain moment réduit à ce qui deviendra sa tête, que son thorax bourgeonne en arrière de cette tête et l'abdomen en arrière du thorax, il suffira, par conséquent, de l'engager à étudier l'embryogénie des Crustacés podophthalmes. On ne voit même pas pourquoi ces formes embryonnaires qui mènent une existence si active n'auraient pas pu vivre indéfiniment sous cet état, à une période géologique plus ou moins ancienne. Il est vraisemblable cependant, et l'histoire des Trilobites semble l'indiquer, que les mérides constitutifs d'un Arthropode étaient primitivement semblables entre eux, comme ceux d'un Polychète errant, qu'ils se sont graduellement différenciés et groupés en régions, d'après les fonctions que sa position dans la série linéaire rendait possible

à chacun d'eux, et que s'ils apparaissent aujourd'hui d'emblée différenciés, c'est le résultat d'une accélération embryogénique plus ou moins intense. Dès lors les formes embryonnaires libres des crustacés ne représenteraient pas nécessairement des formes ancestrales adultes. — A peine est-il besoin de prévenir que dans un animal tel qu'un Arthropode, dont toutes les parties sont étroitement faites les unes pour les autres, il serait absurde de supposer que la tête ou *région sensitive*, le thorax ou *région locomotrice*, et l'abdomen ou *région viscérale* pourraient vivre d'une manière indépendante, après leur différenciation. Il serait tout aussi absurde de supposer qu'un méride d'Arthropode, un méride de Vertébré, après avoir subi les modifications profondes qui sont justement résultées pour eux de leur association constante avec des mérides plus ou moins similaires, aient pu jamais mener, *sous cette forme modifiée*, une existence indépendante, ou pourrait jamais y revenir. Il n'en est pas moins, au plus haut point, vraisemblable, que ces êtres polymériques ont eu pour progéniteurs primitifs des êtres réduits à un seul méride, qui se sont graduellement compliqués en produisant des mérides nouveaux. Il existe encore aujourd'hui, à l'origine de chacune des grandes séries organiques, des êtres qui demeurent à cet état et des embryons qui ne font que le traverser, ce qui est une double démonstration de la valeur de la théorie. La série des Eponges commence par les *Olynthus* ou *Ascetta* simples; celle des Polypes par les *Hydra;* celle des Echinodermes par les Cystidés; celles des Arthropodes et des Néphridiés trouvent peut-être leur origine commune parmi les Rotifères; les *Pedalions* se rapprochent, en effet, du nauplius, et la *Trochosphæra æquatorialis* reproduit presque exactement, sous une forme adulte, les traits du protoméride des Vers annelés, de la trochosphère d'où tous les autres Néphridiés paraissent issus.

Il est d'ailleurs incontestable — et c'est là un point important — que chaque méride d'un organisme segmenté conserve une indépendance physiologique qui est sa raison de subsister, qui lui permet de s'adapter à des fonctions particulières et de se modifier indépendamment de ses voisins. Les adaptations des mérides consécutifs ont naturellement une certaine ressemblance; ceux qui avoisinent la bouche s'adaptent à la recherche et à la préhension des aliments; les suivants déterminent la progression de l'organisme et si un petit nombre d'entre eux suffisent à l'assurer, les derniers mérides peuvent cesser de contribuer à la locomotion et assumer d'autres fonctions. Les segments dans les adaptations se ressemblent, se groupent donc en régions auxquelles on a donné les noms de *tête*, *thorax*, *abdomen*. Lorsque cette division du corps en régions est déterminée par des adaptations relatives à la conservation intégrale du dème dont elles font partie, ces régions deviennent de plus en plus inséparables et solidaires; l'unité de l'organisme s'affirme davantage par leur constitution. Il en est tout autrement lorsque ces adaptations sont relatives à la reproduction; l'autonomie physiologique que conserve chaque région peut alors s'exagérer, au point que le corps se divise en individus ayant chacun une physionomie différente; c'est le cas pour la région génitale du corps des Syllidiens.

Est-ce à dire que les mérides, les zoïdes groupés en série linéaire étaient primitivement destinés à se séparer les uns des autres? Personne ne croit plus aujourd'hui à de pareilles prédestinations; cette dissociation était peut-être générale aux premiers temps de l'évolution organique; elle est ensuite devenue simplement possible toutes les fois que des causes physiologiques la rendaient avantageuse, et c'est dans ces conditions qu'elle a lieu encore aujourd'hui; mais c'est là un phénomène exceptionnel. Toutes les fois que ces causes physiologiques ont produit leur plein effet, elles ont entravé la marche de l'évolution organique; les seuls organismes qui aient progressé, sont ceux dont les mérides et les zoïdes sont demeurés associés, ont combiné leur activité physiologique pour constituer des êtres de plus en plus puissants. L'essence même du méride qui a évolué vers des organismes complexes, le seul qui ait pour nous un intérêt explicatif, c'est d'avoir produit d'autres mérides aptes à vivre ensemble.

La disparition de la faculté de dissociation était donc la condition du progrès organique. Cette disparition s'est produite dès que les conditions d'alimentation sont devenues plus favorables sur la Terre; elle a permis la réalisation du *polymorphisme* des mérides, la *division du travail physiologique*, la *solidarité des parties*, le *développement de la puissance* organique que présentent les animaux actuels.

X

Etant donnés les principes que nous venons d'exposer, on se rend facilement compte du processus suivant lequel la complication extérieure du corps a été obtenue chez les animaux segmentés; la région antérieure devient le siège des organes des sens spéciaux, des organes de préhension des aliments, des organes de locomotion; elle manifeste une activité de plus en plus grande à mesure que la solidarité s'accroît entre les parties primitivement similaires. Au contraire, la région postérieure devient de plus en plus passive, s'atrophie peu à peu; et dans les formes élevées le

nombre des segments du corps se réduit et finit par devenir presque constant dans des ordres ou même des classes tout entières (Malacostracés, Insectes); assez souvent la région postérieure atrophiée persiste sous forme de post-abdomen (*Sabellaria*, Scorpions), ou de queue (Thélyphones, Vertébrés). C'est le phénomène de *céphalisation* particulièrement remarquable chez les espèces tubicoles.

D'autres fois, la solidarité entre les diverses parties du corps devient telle, que les limites entre les segments souvent encore distincts dans les premières phases du développement peuvent s'effacer ultérieurement, ou même, par tachygénèse, n'arriver jamais à s'affirmer. Toute trace de métamérisme extérieur disparaît ainsi chez les organismes confinés dans un genre de vie où l'activité de la paroi du corps est amoindrie ; ce sont les animaux parasites, les animaux tubicoles ou ceux qui se fixent au sol. On assiste à cette disposition graduelle du métamérisme chez les Crustacés parasites qui conduisent aux Nématodes à corps indivis, chez les Trématodes parasites qui dérivent cependant d'animaux métamérides; chez les Géphyriens qui habitent dans des trous, les Mollusques qui habitent dans des coquilles et même chez les Bernards l'Ermite qui volent à ces derniers leur habitation; le métamérisme disparaît de même chez les Cirripèdes qui sont des Crustacés fixés.

On comprend d'ailleurs que lorsqu'un appareil circulatoire perfectionné pénètre tous les tissus du réseau serré de ses capillaires, lorsqu'un système nerveux puissamment centralisé tient sous une direction unique toutes les parties du corps, il en résulte une solidarité des parties qui tend à effacer le métamérisme chez les organismes supérieurs. Il arrive souvent, en effet, que dans de tels organismes, l'individualité toujours conservée des éléments anatomiques, celle des tissus, des organes ou des appareils constitués par des éléments similaires ou par certains modes de groupement d'éléments différenciés dans un certain sens, l'emporte sur celle des mérides et des zoïdes dont ils faisaient partie et arrive à le masquer. Parfois c'est un organe appartenant primitivement à un méride ou à un zoïde qui exagère son développement au point de remplir à lui seul une fonction importante pour le dème tout entier; c'est l'histoire des glandes digestives, des poumons, du cœur et même du cerveau des Vertébrés. Parfois ce sont des organes primitivement métamérides qui se fusionnent en un seul organe de dimensions parfois limitées et s'effacent même devant le développement de quelqu'une de leurs parties; c'est l'histoire du développement de l'appareil génital des Insectes, de l'appareil génital et de l'appareil rénal des Vertébrés, etc. Ainsi apparaissent des organes compacts qui affirment de plus en plus l'unité de l'organisme et dissimulent plus ou moins son véritable mode de constitution dont l'embryogénie garde seule la trace.

Il serait facile de montrer maintenant comment le mécanisme du développement embryogénique ne fait que reproduire, en accélérant ses mouvements, le mécanisme de complication des organismes dont nous avons indiqué la marche. Nous avons indiqué ailleurs quelle méthode de coordination des phénomènes embryogéniques résulte de la méthode de groupement des phénomènes morphologiques que nous venons d'exposer.

Nous pensons d'ailleurs avoir avec une suffisante clarté établi, dans ce qui précède, la série des conceptions que l'étude impartiale des faits impose à l'heure actuelle à tout zoologiste pénétré de la méthode dite des sciences physiques, méthode à laquelle ne peuvent se soustraire ceux qui prétendent, avec raison, ramener à des phénomènes chimiques, physiques ou mécaniques tous les phénomènes que l'on appelait autrefois phénomènes vitaux. Les faits biologiques sont aujourd'hui trop nombreux, ils s'enchaînent avec une logique trop rigoureuse pour qu'il puisse demeurer plus longtemps permis aux naturalistes de se livrer aux fantaisies de leur imagination, sans se mettre, par cela même, hors de la science. Nous nous sommes ici borné aux premiers principes; nous avons voulu montrer que la complication organique n'avait pas été obtenue d'emblée, qu'un même mécanisme avait présidé à sa production et que, dès à présent, les sciences morphologiques sont en possession d'une méthode sûre, propre à guider leurs recherches, méthode qu'elles doivent défendre avec un soin jaloux. Nous avons amené à pied d'œuvre les matériaux constitutifs du corps des animaux; expliquer comment ils se sont ensuite réciproquement façonnés et agencés sous la domination des lois qui régissent la force et la matière ; comment ils se groupent encore pour constituer des embryons qui tendent vers une forme adulte définitive, à travers des transformations dont les raisons d'être commencent à apparaître clairement, c'est l'œuvre de la science tout entière et elle ne saurait être exposée en peu de mots. Nous en avons dit assez, pensons-nous, pour rassurer ceux que pourrait troubler l'éclosion quotidienne de nouvelles formules biologiques. Pas plus que les sciences physiques, les sciences naturelles ne sont une toile de Pénélope qu'il est permis à chacun de défaire et de refaire à son gré; le moment est proche où tous les systèmes personnels devront s'incliner sous la discipline d'acier des réalités.

Edmond Perrier,
Membre de l'Académie des Sciences,
Professeur au Muséum.

L'ŒUVRE MATHÉMATIQUE DE E. GALOIS

A L'OCCASION DE LA RÉÉDITION DE SES MÉMOIRES

Les Œuvres de Galois ont, comme on sait, été publiées en 1846 par Liouville, dans le *Journal des Mathématiques*. Il était regrettable que l'on ne pût posséder à part les Œuvres du grand géomètre; aussi la *Société Mathématique* a-t-elle décidé de faire réimprimer les Mémoires de Galois. Cette édition est conforme à la précédente; on a seulement supprimé l'avertissement placé par Liouville au début de la publication [1].

I

Evariste Galois est né à Bourg-la-Reine, près de Paris, le 25 octobre 1811; il quitta la maison paternelle en 1823, pour entrer en quatrième au collège Louis-le-Grand. Dès l'âge de quinze ans, ses dispositions extraordinaires pour les Sciences mathématiques commencent à se manifester; les livres élémentaires d'Algèbre ne le satisfont pas, et c'est dans les ouvrages classiques de Lagrange qu'il fait son éducation algébrique. Il semble qu'à dix-sept ans Galois avait déjà obtenu des résultats de la plus haute importance concernant la théorie des équations algébriques. On ne peut faire que des conjectures sur la marche de ses idées, les deux Mémoires qu'il présenta à l'Académie des Sciences ayant été perdus; une chose toutefois est certaine : il était, au commencement de 1830, en possession de ses Principes généraux, comme le montre l'analyse d'un Mémoire sur la résolution algébrique des équations dans le *Bulletin de Férussac*, où sont énoncés une série de résultats qui ne sont manifestement que des applications d'une théorie générale. Ce court article est le plus important qui ait été publié par Galois lui-même; le Mémoire fondamental sur l'Algèbre retrouvé dans ses papiers n'a été imprimé qu'en 1846.

On trouvera, dans une récente étude de M. Dupuy [2], des renseignements d'un grand intérêt sur la vie de Galois. Il est peu probable que de nouveaux documents viennent désormais s'ajouter à ceux que nous possédons maintenant. Après deux échecs à l'École Polytechnique, Galois entra à l'École Normale en 1829 et fut obligé de la quitter l'année suivante. Dans la dernière année de sa vie, il se donna tout entier à la politique, passa plusieurs mois sous les verrous de Sainte-Pélagie et, blessé mortellement en duel, mourut le 31 mai 1832.

En présence d'une vie si courte et si tourmentée, l'admiration redouble pour le génie prodigieux qui a laissé dans la Science une trace aussi profonde; les exemples de productions précoces ne sont pas rares chez les grands géomètres, mais celui de Galois est remarquable entre tous. Il semble, hélas! que le malheureux jeune homme ait tristement payé la rançon de son génie. A mesure que se développent ses brillantes facultés mathématiques, on voit s'assombrir son caractère, autrefois gai et ouvert, et le sentiment de son immense supériorité développe chez lui un orgueil excessif. Ce fut la cause des déceptions qui eurent tant d'influence sur sa carrière, et dont la première fut son échec à l'École Polytechnique. Son examen, dans cette École, a laissé des souvenirs; sans aller aussi loin que le veut la légende, disons seulement que Galois refusa de répondre à une question, qu'il jugeait ridicule, sur la théorie arithmétique des logarithmes. On ne peut douter aussi qu'il ne se soit pas prêté à fournir sur ses Travaux les explications que lui demandaient les mathématiciens avec qui il s'est trouvé en relations, explications que rendait nécessaires la rédaction rapide de ses Mémoires; aussi comprend-on facilement que son mérite n'ait pas été reconnu de ses contemporains. Ce n'est pas sans peine que Liouville réussit à saisir l'enchaînement des idées de Galois, et il fallut encore de nombreux commentateurs pour combler les lacunes qui subsistaient dans plus d'une démonstration, et amener les théories du grand géomètre au degré de simplicité qu'elles sont susceptibles de revêtir aujourd'hui.

II

La théorie des équations doit à Lagrange, Gauss et Abel des progrès considérables, mais aucun d'eux n'arriva à mettre en évidence l'élément fondamental dont dépendent toutes les propriétés de l'équation; cette gloire était réservée à Galois, qui montra qu'à chaque équation algébrique correspond un groupe de substitutions dans lequel se reflètent les caractères essentiels de l'équation. En Algèbre, la théorie des groupes avait fait aupara-

[1] Un travail, qui paraît définitif, sur la vie de Galois, vient d'être publié par M. Paul Dupuy, dans les *Annales de l'Ecole Normale Supérieure* (1896). Comme documents antérieurs relatifs à la vie de Galois, il faut citer la Notice nécrologique que lui consacra son ami Auguste Chevalier dans la *Revue Encyclopédique* (septembre 1832), et un article paru dans le *Magasin Pittoresque*, en 1848.

[2] *Loc. cit., suprà.*

vant l'objet de nombreuses recherches, dues, pour la plupart, à Cauchy, qui avait introduit déjà certains éléments de classification; les études de Galois, sur la Théorie des équations, lui montrèrent l'importance de la notion de sous-groupe invariant d'un groupe donné, et il fut ainsi conduit à partager les groupes en groupes simples et groupes composés, distinction fondamentale qui dépasse de beaucoup, en réalité, le domaine de l'Algèbre et s'étend au concept de groupes d'opérations dans son acception la plus étendue.

Les théories générales, pour prendre dans la Science un droit de cité définitif, ont le plus souvent besoin de s'illustrer par des applications particulières. Dans plusieurs domaines, celles-ci ne sont pas toujours faciles à trouver, et l'on pourrait citer, dans les Mathématiques modernes, plus d'une théorie confinée, si j'ose le dire, dans sa trop grande généralité. Au point de vue artistique, qui joue un rôle capital dans les Mathématiques pures, rien n'est plus satisfaisant que le développement de ces grandes théories; mais cependant de bons esprits regrettent cette tendance, qui a peut-être ses dangers. On ne peut, pour Galois, émettre un pareil regret : la résolution algébrique des équations lui a fourni, dès le début, un champ particulier d'applications où le suivirent depuis de nombreux géomètres, parmi lesquels il faut citer au premier rang M. Camille Jordan.

III

Les travaux de Galois, sur les équations algébriques, ont rendu son nom célèbre, mais il semble qu'il avait fait, en Analyse, des découvertes au moins aussi importantes. Dans sa lettre à Auguste Chevalier, écrite la veille de sa mort, Galois parle d'un Mémoire qu'on pourrait composer avec ses recherches sur les intégrales. Nous ne connaissons de ces recherches que ce qu'il en dit dans cette lettre; plusieurs points restent obscurs dans quelques énoncés de Galois, mais on peut cependant se faire une idée précise de quelques-uns des résultats auxquels il était arrivé dans la théorie des intégrales de fonctions algébriques. On acquiert ainsi la conviction qu'il était en possession des résultats les plus essentiels sur les intégrales abéliennes, que Riemann devait obtenir vingt-cinq ans plus tard. Nous ne voyons pas sans étonnement Galois parler des périodes d'une intégrale abélienne relative à une fonction algébrique quelconque; pour les intégrales hyperelliptiques, nous n'avons aucune difficulté à comprendre ce qu'il entend par *période*, mais il en est autrement dans le cas général, et l'on est presque tenté de supposer que Galois avait tout au moins pressenti certaines notions sur les fonctions d'une variable complexe, qui ne devaient être développées que plusieurs années après sa mort. Les énoncés sont précis; l'illustre auteur fait la classification en trois espèces des intégrales abéliennes, et affirme que, si n désigne le nombre des intégrales de première espèce linéairement indépendantes, les périodes seront en nombre $2n$. Le théorème relatif à l'inversion du paramètre et de l'argument dans les intégrales de troisième espèce est nettement indiqué, ainsi que les relations entre les périodes des intégrales abéliennes; Galois parle aussi d'une généralisation de l'équation classique de Legendre, où figurent les périodes des intégrales elliptiques, généralisation qui l'avait probablement conduit à l'importante relation découverte depuis par Weierstrass et par M. Fuchs. Nous en avons dit assez pour montrer l'étendue des découvertes de Galois en Analyse; si quelques années de plus lui avaient été données pour développer ses idées dans cette direction, il aurait été le glorieux continuateur d'Abel et aurait édifié, dans ses parties essentielles, la théorie des fonctions algébriques d'une variable telle que nous la connaissons aujourd'hui. Les méditations de Galois portèrent encore plus loin; il termine sa lettre en parlant de l'application à l'Analyse transcendante de la théorie de l'ambiguïté. On devine à peu près ce qu'il entend par là, et sur ce terrain, qui, comme il le dit, est immense, il reste encore aujourd'hui bien des découvertes à faire.

Ce n'est pas sans émotion que l'on achève la lecture du testament scientifique de ce jeune homme de vingt ans, écrit la veille du jour où il devait disparaître dans une obscure querelle. Sa mort fut pour la Science une perte immense; l'influence de Galois, s'il eût vécu, aurait grandement modifié l'orientation des recherches mathématiques dans notre pays. Je ne me risquerai pas à des comparaisons périlleuses: Galois a sans doute des égaux parmi les grands mathématiciens de ce siècle, aucun ne le surpasse par l'originalité et la profondeur de ses conceptions [1].

Emile Picard,
Membre de l'Académie des Sciences,
Professeur de Calcul différentiel et intégral
à la Sorbonne.

[1] Cet article constituera la préface à la prochaine édition des Œuvres de Galois. (N. DE LA RÉD.)

REVUE ANNUELLE DE MÉDECINE

Bien que le présent article ait pour objet nettement défini le progrès récent de la Médecine, nous ne considérerons ici qu'une partie de ce grand sujet. Sur plusieurs problèmes de Pathologie à l'ordre du jour, la *Revue* a, en effet, publié divers articles qui résument exactement l'état de la science. Nous devons aussi nous abstenir des questions auxquelles elle compte consacrer prochainement des études spéciales. Pour cette raison, nous avons pensé qu'au lieu de disperser l'attention du lecteur sur une assez grande variété de faits sans lien, il serait plus utile de la concentrer sur deux ordres de recherches, d'un intérêt actuellement prédominant, qui se rapportent les unes à la fièvre typhoïde, les autres à l'albuminurie.

I. — Fièvre typhoïde.

Une des questions qui, cette année, ont le plus vivement retenu l'attention des médecins, est celle du séro-diagnostic de la fièvre typhoïde. Cette maladie fréquente est bien connue dans sa symptomatologie et son anatomie pathologique depuis les travaux des grands médecins de la première moitié du XIXe siècle. La notion étiologique fondamentale a été donnée par la découverte du bacille typhique d'Eberth-Gaffky. Malgré tout, cette affection offre souvent de grandes difficultés de diagnostic. Au début, chez l'adulte, on n'en peut jamais, en un seul examen, affirmer la présence. Aux deux âges extrêmes de la vie, dans la petite enfance et dans la vieillesse, le diagnostic de la fièvre typhoïde est particulièrement incertain, souvent impossible. Le moyen le plus sûr et le plus simple de trancher la difficulté est de constater chez le malade suspect la présence du bacille caractéristique; mais c'est là seulement l'énoncé du problème. Trouver le bacille typhique soit dans les selles, soit dans le sang par ponction de la rate ou par tout autre procédé, outre les difficultés de la recherche, n'est pas toujours chose réalisable. Dans tous les cas, cette investigation demande un certain laps de temps dont ne s'accommodent ni l'impatience du malade, ni l'urgence de la thérapeutique.

Déceler la présence du bacille typhique sans qu'il y ait besoin de voir ce bacille lui-même, sans qu'il y ait lieu de discuter sur sa réalité ou d'opposer des confusions possibles, tel est le but que semble avoir atteint la méthode dite du séro-diagnostic de la fièvre typhoïde. C'est son histoire résumée que nous allons entreprendre. Elle montre combien les procédés d'investigation médicale sont intéressants à suivre et dans quel ordre d'idées ils sont actuellement conduits.

Après qu'Eberth eut découvert le bacille typhique, que Gaffky l'eut isolé, cultivé, on vit qu'il existait d'autres microbes similaires dont le plus connu est le coli-bacille. Aussi la spécificité du bacille typhique ne tarda pas à être mise en doute et on tenta de faire de celui-ci une variété coli-bacillaire. A l'Ecole de Lyon, Roux et Rodet ont soutenu avec chaleur l'identification du coli-bacille et du bacille d'Eberth. C'est pourquoi la bactériologie de ces dernières années comporte des travaux nombreux destinés à faire valoir certains caractères de différenciation entre les deux microorganismes. Aujourd'hui, ce sont des réactions de chimie microbiologique qui servent de pierre de touche. Nous recherchons, pour établir la distinction entre le bacille typhique et les diverses races de coli-bacilles des phénomènes chimiques que celles-ci provoquent et que l'autre ne produit pas : telles sont la fermentation de la lactose, la coagulation du lait, la formation de l'indol, etc.

Des travaux de Pathologie expérimentale apportèrent des éléments de différenciation d'un autre ordre. R. Pfeiffer et Koll, Max Grüber, Durham virent que le sérum sanguin des typhoïdiques convalescents, que le sérum d'animaux immunisés contre l'infection typhique exerce sur le développement cultural du bacille d'Eberth une influence particulière. Quelques gouttes du sérum provenant de typhoïdiques mêlées à une culture du bacille d'Eberth, au lieu d'en permettre le développement normal, déterminent la formation d'un précipité, l'immobilisation, l'agglutination des microbes contenus dans cette culture.

Cela étant, F. Widal, ayant appris d'expériences antérieures faites avec Chantemesse, que le sérum typhoïdique exerce une action thérapeutique efficace contre l'infection typhique expérimentale, eut l'idée de rechercher si le sérum des malades en *pleine affection typhoïdique* n'exercerait pas la même action agglutinative sur le bacille d'Eberth en culture. Il vit alors que le sérum de plusieurs typhoïdiques arrivés du septième au vingt et unième jour de la maladie, déterminait l'immobilisation et l'agglutination du bacille d'Eberth. Des essais comparatifs, faits avec le sérum provenant de gens souffrant de maladies diverses et autres que la fièvre typhoïde, ne montrèrent point ces phénomènes d'agglutination.

D'autre part, le sérum typhoïdique, mêlé à des

cultures de coli-bacille, laisse à cet organisme toute sa mobilité. Cette découverte donnait donc le moyen de différencier le sérum d'un typhoïdique de tout autre sérum, c'est-à-dire de faire — et cela en quelques heures — le diagnostic précis de la fièvre typhoïde. L'application d'une ventouse scarifiée ou une simple piqûre au doigt permet d'obtenir le sérum nécessaire à l'expérience. Les cultures de bacilles d'Eberth qui servent à l'essai sont toujours prêtes dans les laboratoires destinés à ces recherches.

La communication de Widal ne tarda pas à être vérifiée de tous côtés et reçut confirmation de nombreux auteurs : Dieulafoy, Rendu, Achard, Nicolle et Halipré, Thiroloix, Breuer, Lyman-Creene, Stern, Sabrazès et Hugon, Pick, Kolli, Alexeïeff, Kissel, etc., bref, de savants habitant tous les pays du monde; je ne puis les citer tous.

Cette action agglutinative sur les cultures du bacille typhique était-elle propre au sérum? Les autres humeurs d'un typhoïdique la possédaient-elles? Ce fut là l'objet de recherches successives.

On essaya d'abord le pouvoir agglutinant de l'urine. F. Widal et Sicard montrèrent que dans la fièvre typhoïde ce pouvoir est inconstant. Il peut faire défaut quand l'essai, fait avec le sérum provenant du même malade et au même moment, donne une agglutination nette. L'urine d'ailleurs se prête mal à cette expérience, car, normalement, elle est susceptible de produire le phénomène. Plus récemment, A. Bormans a fait des essais comparatifs sur ce point : il a pu obtenir la réaction avec des urines typhoïdiques et ne l'a pas réussie avec d'autres urines.

La salive donne des résultats négatifs. Achard et Bensaude ont cependant observé un cas positif, mais la salive essayée était mélangée d'un peu de sang. Peut-être cette faible quantité de sérum surajoutée a-t-elle suffi à provoquer la réaction.

Dans un cas sur deux, la bile expérimentée par Widal fournit une réaction positive.

Le liquide séminal, le liquide céphalo-rachidien (Widal), la sueur (Thiercelin et Lenoble), n'ont provoqué aucun effet agglutinant.

Les larmes ont une action positive quand elles sont produites spontanément ou bien qu'elles proviennent d'animaux immunisés; très amoindrie, quand on excite artificiellement leur sécrétion par des vapeurs d'ammoniaque (Widal). En tout cas, l'action des larmes est inconstante. Il en est de même de l'humeur aqueuse. Elle donna lieu à un essai négatif quand Widal la préleva sur un cadavre de typhique. La réaction fut positive quand il la prit sur des lapins immunisés.

La sérosité d'un vésicatoire prise sur un typhique vivant, celle du péricarde, du péritoine, de la plèvre sur le cadavre furent agglutinantes dans certains cas (Widal), ne le furent pas dans d'autres (Achard). Menetrier a publié un cas négatif chez un pleurétique typhoïdique dont le sérum agglutinait nettement. Il est à remarquer qu'ici l'essai était fait avec un liquide *pleurétique* (fibrineux) et non avec la sérosité *pleurale*. Les diverses sérosités, dans d'autres maladies, la pneumonie, par exemple, n'ont pas d'action sur les cultures d'Eberth.

Catrin a montré que l'agglutination se produit avec du pus provenant d'abcès survenus chez un typhique, mais ne contenant pas le bacille d'Eberth.

En résumé, dans la fièvre typhoïde, toutes les humeurs autres que le sérum peuvent provoquer le phénomène d'agglutination; mais cet effet ne paraît être constant que par le sérum.

D'autres expériences ont été faites avec le lait de femmes atteintes de fièvre typhoïde. A l'état normal, le lait n'agglutine pas les cultures d'Eberth. Le lait des typhoïdiques, au contraire, peut fournir une réaction aussi nette que celle du sérum. Achard et Bensaude, Thiercelin et Lenoble l'ont observée. Ces laits n'avaient aucune influence sur le développement du coli-bacille. Dans ces cas, le nourrisson était bien portant : son sérum essayé manquait de propriété agglutinative. De même, le lait et le colostrum d'une chèvre, de lapines, inoculées avec le bacille typhique donnèrent une réaction positive.

Il est intéressant de savoir si le sang d'un fœtus porté par une mère typhique jouit du même pouvoir que le sang de la mère. Cela ne semble pas se réaliser d'après les recherches de G. Etienne, de Charrier et Apert. Ces derniers observateurs n'ont pu obtenir la réaction, et encore, amoindrie et ralentie, qu'avec la macération du placenta. C'est la confirmation de ce fait important que le sang d'un fœtus ne participe pas *fatalement* aux modifications du sang maternel.

Mossé vient de produire la réaction agglutinante avec le sérum d'un nourrisson de vingt-neuf jours, dont la mère avait eu la fièvre typhoïde quatre mois auparavant.

Ce pouvoir agglutinatif du sérum typhique sur les cultures du bacille d'Eberth est influencé par certaines conditions. La dessiccation le diminue : le sang desséché le conserve cependant plus de quatre mois (Widal). La putréfaction ne l'empêche pas (Achard). Une température élevée l'abolit. Sur le sérum ou le sang, l'effet de cet agent n'est pas facile à apprécier, à cause de la coagulation de ces liquides par la chaleur; mais, sur le lait, qu'on peut soumettre à des températures supérieures à 70° C., Achard et Bensaude ont vu l'action agglutinative persister à 60°, diminuer à 100°, disparaître à 120°. Widal et Sicard ont constaté que le lait de chèvre

immunisée garde son action jusqu'à 66°. Au delà, elle diminue progressivement et s'éteint vers 80°. La filtration sur porcelaine fait perdre la propriété agglutinative au lait comme à l'urine; elle atténue celle du sérum (Widal).

Le phénomène d'agglutination ne se produit pas d'une façon égale pour tous les cas. Des sérums normaux peuvent, bien que rarement, produire une action analogue; elle est toujours moins accusée. On sait, d'ailleurs, que le sérum normal manifeste quelquefois un pouvoir bactéricide tel que la culture de bacille d'Eberth ne se développe pas. Dans la fièvre typhoïde, le phénomène d'immobilisation et d'agglutination est souvent très net et rapidement obtenu; d'autres fois il est amoindri et ralenti. Ces différences tiennent soit au sérum, soit aux cultures. Si le premier élément n'est pas soumis à nos volontés, le second est capable d'être rendu uniforme dans une certaine mesure. Pour cela, il faut expérimenter sur des cultures jeunes, repiquées, datant de vingt-quatre à quarante-huit heures. On a ainsi un terme de comparaison plus égal. Quant au sérum, il n'acquiert la propriété agglutinante qu'au bout d'un certain temps de maladie. Au septième jour, il la possède généralement. Cependant des termes plus rapprochés du début de la dothiénentérie ont été observés. Josué et Clerc ont obtenu la réaction le sixième jour; Catrin, le quatrième jour; Williès et Barth, le troisième jour. Signalons toutefois, à cet égard, que préciser le premier jour d'une fièvre typhoïde chez l'homme est toujours chose hasardeuse. Chez les animaux (usuels), où le début du mal coïncide avec le moment exact où l'on pratique l'inoculation, Achard et Bensaude, Widal et Sicard ont vu la réaction se produire ordinairement le troisième jour, quelquefois plus tard.

Combien de temps ce pouvoir persiste-t-il? Il peut disparaître très tôt, dès le huitième jour, ou durer pendant un long espace de temps. Widal l'a retrouvé avec du sérum provenant de gens guéris de la fièvre typhoïde depuis plus d'une année. Il s'est manifesté chez des sujets guéris l'un depuis sept ans, l'autre depuis neuf ans; un autre depuis dix ans (Kissel). Perdue de bonne heure, cette propriété peut être reprise par le sérum lors d'une rechute de fièvre typhoïde.

Il est encore à mentionner que cette réaction, bien que positive dans la plupart des cas de dothiénentérie, peut cependant manquer complètement. Haushalter ne l'a pu trouver dans des affections que les signes cliniques les plus sûrs affirmaient être la fièvre typhoïde. Ce défaut de réaction se produit du reste en médecine expérimentale. Widal, Achard ont vainement recherché l'agglutination par le sérum de certains cobayes inoculés. Ils ont encore vu que, dans les infections suraiguës, rapidement mortelles, quand l'inoculation a été faite par injection intra-veineuse, la réaction agglutinative manque.

Actuellement, on ne peut chez l'homme tirer aucune conclusion relative à la signification de l'intensité de la réaction. Williès et Barth n'ont pu voir un rapport direct entre cette intensité et la gravité de la maladie; Catrin a observé vaguement que plus la réaction était vive, plus la gravité était grande; Courmont a abouti au même résultat; Thiroloix a trouvé, dans des cas graves suivis de guérison, une réaction aussi nette que dans des cas mortels. Bref, cette réaction ne permet jusqu'ici de préjuger aucun pronostic.

Le principe qui détermine la propriété agglutinante n'est pas encore connu. Pour le rechercher, il fallait d'abord savoir dans quelles parties du sang il résidait. C'est ce que Widal et Sicard ont étudié. La présence des leucocytes n'est pas nécessaire pour donner à une humeur le pouvoir agglutinatif (Achard et Bensaude); mais il est toujours moindre dans les sécrétions qui n'en contiennent pas (Widal). Dans le sérum, ce sont les substances albuminoïdes qui possèdent la propriété agglutinante. En effet, Widal et Sicard, ayant séparé dans le sérum l'albumine-sérine de l'albumine-globuline, ont vu que la globuline seule retient le pouvoir agglutinatif. De plus, ayant dans une autre série d'expériences précipité la substance fibrinogène du sang, ils ont constaté que cette dernière possède aussi ce même pouvoir. Donc, celui-ci réside dans la globuline et le fibrinogène.

Il est à signaler que les phénomènes d'immobilisation et d'agglutination qui se produisent dans la culture n'en entraînent point la stérilisation. Nicolle et Halipré ont justement insisté sur ce fait.

Encore une particularité curieuse, c'est que l'agglutination par le sérum typhique peut se manifester aussi sur les bacilles d'Eberth morts. Ces bacilles, tués soit par la chaleur, soit par action du formol et tenus en suspension dans le liquide de culture, sont agglutinés après addition du sérum typhique (Widal).

Il se produit parfois, avec le sérum de sujets atteints de maladies autres que la fièvre typhoïde, des phénomènes qui simulent l'agglutination, tels qu'un état pulvérulent de la culture ou bien des amas bacillaires autour de cristallisations ou de concrétions salines (Widal, Sheridan Delépine, Breuer, Rénon). En outre, des effets analogues peuvent provenir de la composition du milieu de culture : c'est ainsi que le bouillon est propice à la formation de grumeaux qui sont parfaitement étrangers au phénomène d'agglutination vraie. Aussi Widal, Courmont et autres ont conseillé

d'employer pour les cultures des milieux moins complexes : eau peptonisée, eau pepto-sucrée. Pour éviter ces apparences qui induisent en erreur, on n'a qu'à faire un examen microscopique de la culture d'Eberth avant de l'employer à l'essai du séro-diagnostic : on voit alors si des amas y existent au préalable et ce qu'ils sont.

La belle découverte de Widal se résume dans cet énoncé : Le sérum d'un typhoïdique mêlé à une culture d'Eberth vraie donne lieu à un phénomène d'agglutination des bacilles. Et cela dans l'immense majorité des cas ; les exceptions semblent très rares. Le résultat pratique de ce fait, c'est d'avoir un moyen de faire le diagnostic de la dothiénentérie à un moment et dans des cas où celui-ci est souvent impossible.

Si le sérum typhique est le seul que nous connaissions qui puisse agglutiner le bacille d'Eberth, il ne faut pas retourner cette proposition et dire d'une façon absolue que le bacille d'Eberth soit le seul agglutinable par le sérum typhoïdique. Celui-ci, en effet, est susceptible d'agglutiner des cultures de microbes voisins par leurs caractères du bacille d'Eberth et que, pour cela, on a dénommés bacilles paratyphiques. Max Gruber avait observé ce fait. Achard et Bensaude ont pu agglutiner des cultures d'Eberth avec du sérum provenant de malades atteints de psittacose et de maladies bacillaires encore mal déterminées et paraissant dues à des microbes paratyphoïdiques. Gilbert et Fournier ont reproduit l'agglutination des cultures du bacille de Nocard (psittacose) avec du sérum typhique ; mais, par contre, ils n'ont pas pu obtenir la réaction avec du sérum de psittacosique sur les cultures de son propre bacille. Courmont, tout au début de ces recherches, avait dit aussi que le sérum typhique influençait de la même façon les cultures de bacille de Löffler et de staphylocoque.

Il semble, cependant, que dans ces cas l'agglutination se fasse un peu différemment et ne comporte pas exactement le même degré d'intensité que dans l'expérience-type de Widal avec le sérum typhique sur une culture d'Eberth.

Cette étude du séro-diagnostic s'étend à des maladies très différentes de la dothiénentérie. Avant que la fièvre typhoïde fût en question, l'agglomération de cultures de bacille pyocanique par le sérum avait été observée en 1889 par Charrin et Roger, en dehors de l'état morbide aigu, sur des animaux immunisés contre l'infection pyocyanique. Metchnikoff avait fait pareille constatation à propos du *Vibrio Metchnikovi* et du pneumocoque ; de même Issaëff et Ivanoff pour le pneumocoque et le *Vibrio Ivanovi*. Ce fut au cours de recherches sur l'immunisation du choléra, que Pfeiffer vit que le vibrion cholérique de Koch injecté à un cobaye préalablement immunisé s'immobilise très vite et devient granuleux. Il pensa y voir non seulement un moyen de caractériser le vibrion cholérique de Koch, mais une réaction d'immunité de la part de l'animal observé. Cette théorie ne s'est pas maintenue ; aujourd'hui, l'on pense que le pouvoir agglutinatif d'un sérum vis-à-vis de la culture du microbe correspondant est simplement une preuve de la présence de ce microbe dans l'organisme infecté, une réaction d'infection. Achard et Bensaude, peu après la découverte de Widal, recherchèrent une réaction analogue dans le choléra asiatique. Ils virent alors que le sérum de cholériques agglutine les cultures de vibrion cholérique, dans la proportion de dix fois sur onze : la possibilité de faire le diagnostic du choléra par l'épreuve du sérum suit cette constatation.

Lannelongue et Achard, expérimentant sur le sérum d'animaux immunisés contre le *Proteus*, trouvèrent que certaines variétés de ce microbe se laissaient agglomérer. Et, chose intéressante, qui présente une certaine analogie avec les faits que nous rapportions à propos du bacille typhique vrai et des bacilles paratyphiques, l'inoculation de types de *Proteus*, formant des variétés différenciées, donne au sérum des animaux la faculté d'agglutiner à la fois les cultures protéiques de diverses sortes.

Pour le sérum antidiphtéritique, Nicolas a vu qu'il coagulait le bacille de Löffler et l'atténuait. Le sérum d'un sujet atteint de diphtérie non traitée, n'agglutine pas les bacilles de Löffler ; mais il acquiert cette faculté après que le malade a été soumis à l'injection du sérum de Roux.

Tout récemment enfin, Arloing vit que le sérum d'animaux immunisés contre la péripneumonie des Bovidés agglutine le *Pneumo-bacillus Bovis*.

On voit donc, par l'exposé des faits précédents, que l'expérience de Widal a été l'origine d'une foule de travaux qui embrassent des points de vue différents, tant théoriques que pratiques. Elle a doté la clinique d'un procédé précieux de diagnostic : l'accord est aujourd'hui unanime sur la valeur positive du séro-diagnostic dans la fièvre typhoïde [1].

II. — Albuminurie.

Les maladies au cours desquelles l'albuminurie apparaît dans les urines sont extrêmement nombreuses et variées. Comme ce phénomène est d'une grande fréquence, qu'il suffit d'une atteinte morbide très légère, fruste, pour qu'il se produise,

[1] Rédaction arrêtée au 1er mars 1897.

on se trouve souvent embarrassé pour évaluer la signification de l'albuminurie. Aussi une des questions mises au rôle d'un des derniers congrès français de Médecine (Nancy, 1896) fut-elle celle du pronostic des albuminuries. MM. Talamon et Arnozan firent, chacun de son côté, de remarquables rapports sur cette question. Les conclusions adoptées réunissent aujourd'hui la majorité des suffrages.

L'albuminurie est si fréquente qu'on a voulu en faire un phénomène normal, physiologique. Cette proposition soutenue, il y a quelques années, par Senator, fut réfutée par Lécorché et Talamon. Mais de ce que l'albuminurie est toujours liée à un état morbide du rein, faut-il conclure que celui-ci est fatalement progressif? Non, certes; or c'est cette idée erronée et trop absolue qui précédemment a dominé tout le pronostic de l'albuminurie. Pour concevoir plus justement la valeur de ce symptôme, il ne faut pas considérer la présence de l'albumine dans l'urine comme un fait brutal, isolé, ayant la force d'un verdict sans appel; il faut plutôt étudier les conditions dans lesquelles elle se manifeste et ne juger que d'après celles-ci.

Talamon a bien indiqué les éléments pronostiques qui peuvent dériver de l'étude de l'albumine urinaire. Cette substance possède des caractères qui ne sont pas toujours semblables et équivalents dans tous les cas. D'abord la quantité d'albumine éliminée en un jour est très variable. Abondante au-dessus de cinq grammes par litre, par exemple, elle ne comporte un pronostic fatalement grave que si elle persiste avec une polyurie marquée. Minime, n'atteignant pas un gramme par litre, elle n'indique une affection progressive à marche plus ou moins lente que si elle s'accompagne de polyurie avec diminution des principes urinaires. Hormis ces deux conditions, elle ne permet en général aucun jugement certain.

La quantité de l'albumine éliminée varie avec l'état anatomique du rein et avec la pression sanguine au niveau de la surface filtrante. L'albumine augmente si les lésions sont étendues ou bien si la pression est diminuée. Les expériences de Runeberg, celles de Lécorché et Talamon ont, en effet, montré que l'albumine filtre d'autant mieux que la pression est faible. Si donc, la pression étant élevée, ce qui provoque la polyurie, l'albumine augmente, c'est que les lésions parenchymateuses s'aggravent; si, au contraire, la pression restant normale, l'albumine diminue, c'est que les lésions ne sont pas en voie d'accroissement ou sont peu étendues.

On avait cru pouvoir tirer quelque indice pronostique de certaines qualités de l'albumine urinaire, telles que : la rétractilité ou l'irrétractilité du coagulum albumineux produit par la chaleur; le rapport de l'albumine sérine à l'albumine globuline, ce qu'on appelle le quotient albumineux. Talamon a montré que ces qualités sont sujettes à des interprétations variables. C'est ainsi que, pour Lécorché et Talamon, l'abaissement du quotient albumineux est toujours un signe d'aggravation, tandis que, pour Maguire, plus il y a de globuline, et par conséquent plus le quotient est faible, meilleur serait le pronostic.

Le rôle attribué aux albuminuries intermittentes, dites fonctionnelles, a été réduit par Talamon à de plus justes limites. Et il a proposé pour les qualifier l'expression moins absolue d'albuminuries minima. Ces albuminuries ont pour caractères d'être passagères, de n'apparaître que dans certaines conditions qui sont les unes encore indéterminées, les autres connues ou, au moins, présumées : comme les albuminuries qui se montrent seulement pendant la période digestive, à propos d'une digestion anormale, après une fatigue physique ou cérébrale, après une station debout ou une marche. Il suffit d'une perturbation minime de la circulation sanguine pour déterminer des variations dans la quantité d'albumine éliminée au niveau d'une lésion rénale si légère qu'à l'état normal elle ne donne lieu qu'à une albuminurie inappréciable.

Deux des principes urinaires ont une valeur pronostique considérable. Ce sont : l'*eau* et l'*urée*. La quantité d'eau éliminée indique en effet la mesure de la tension artérielle, le degré de résistance du cœur. Abondante, elle signifie une tension suffisante, un équilibre circulatoire maintenu; diminuée, elle montre, à part certains cas, une défaillance grave et parfois irrémédiable du cœur.

L'urée est en rapport direct avec la nutrition générale, et aussi avec l'intégrité des épithéliums glandulaires du rein. En pratique, il est presque impossible de savoir ce qui revient au défaut des échanges nutritifs et ce qui est imputable à la lésion rénale, dans la diminution d'urée constatée dans une urine. Aussi ne peut-on déduire qu'une règle générale et vague : le pronostic est d'autant meilleur que le chiffre de l'urée émise est plus grand et tend à la normale, qu'il y ait une faible ou une grande quantité d'urine.

Il en est de même des autres principes normaux de l'urine : acide urique, acide phosphorique, etc. Plus leur taux est élevé, plus l'albuminurie est bénigne.

Une juste remarque de Talamon, c'est que la présence des éléments figurés, trouvés dans l'urine, cylindres divers, n'a plus la valeur qu'on lui attribuait autrefois. Et cela, parce que les méthodes d'investigation (centrifugation, colorations

appropriées) les rendent plus aisément perceptibles. Toutefois les cylindres épithéliaux et surtout les cylindres cireux gardent une valeur significative.

Parmi les conditions qui influent sur le pronostic de l'albuminurie, il faut surtout considérer l'âge et l'hérédité. L'albuminurie augmente de fréquence avec l'âge. Elle est commune chez le vieillard après 60 ans. En effet, les recherches statistiques de Talamon, qui concordent avec celles de Grainger-Stewart, montrent que de 60 à 70 ans on compte 48 albuminuriques %, de 70 à 80 ans 60 %, de 80 à 90 ans 74 %. Et cela, en dehors de toute maladie de Bright. L'albuminurie, sans avoir une échéance fatale et brève, est plus grave chez le vieillard parce que le rein a tendance à s'atrophier, qu'une lésion existante n'a chez lui que peu de chances de rétrocéder et que les causes de débilité sont alors plus nombreuses. Lécorché et Talamon ont étudié, dans leur *Traité de l'Albuminurie*, l'hérédité brightique. Plus fréquente qu'on ne le pense, elle nécessite des réserves sur l'avenir des descendants des brightiques.

L'albuminurie étant constatée, en dehors de toute maladie aiguë pouvant laisser en suspens le pronostic immédiat, que va-t-il advenir ? Le sujet est-il fatalement destiné à parcourir toutes les phases du mal de Bright ? Non. Il semble, d'après les statistiques récentes, que cette affection ne survient que dix-sept fois environ sur cent albuminuriques.

Au cours des fièvres, l'albuminurie est d'une très grande fréquence. Le plus souvent elle disparaît avec la maladie qui l'a provoquée. Mais dans certains cas elle persiste. Il y a lieu alors de considérer si la néphrite est due à la maladie actuelle ou bien si elle n'est qu'un réveil, qu'une aggravation accidentelle d'une néphrite antérieure. Dans le premier cas, l'infection peut servir de point de départ à une néphrite, qui, plus ou moins vite, présentant des rémissions plus ou moins longues, aboutira au mal de Bright. Dans le second cas, elle montre la vulnérabilité spéciale du rein et la permanence d'un processus morbide latent. L'un et l'autre sont toutefois compatibles avec une survie prolongée.

Chez les cardiaques, l'albuminurie peut être un phénomène accessoire, dépendant de la stase veineuse du rein, qui, comme le foie, subit une sorte d' « asystolie rénale ». Elle disparaît une fois la crise passée : alors elle ne présente pas par elle-même grand danger et le pronostic est subordonné à l'état du cœur. Dans les lésions mitrales, elle se produit plus facilement. Mais, si l'albumine persiste, elle indique alors une néphrite en progrès et vient joindre ses effets à ceux de la cardiopathie. Dans les lésions aortiques, l'altération rénale aggrave particulièrement le pronostic. Quelle que soit, d'ailleurs, la valvule du cœur gauche atteinte, il peut se produire, par embolies, des infarctus du rein.

L'empoisonnement chronique par le plomb détermine une néphrite, dont la marche lente et progressive se poursuit pendant de nombreuses années, dix, vingt, trente ans. Du début jusqu'à la fin de cette intoxication, le saturnin peut présenter de l'albuminurie. L'ancienneté de la lésion joue un grand rôle dans l'évaluation pronostique. Mais comme une infinité de facteurs s'y ajoutent, — quantité de poison absorbé, résistance individuelle, maladies intercurrentes, alcoolisme, etc., — il faut considérer le malade plutôt que la maladie et voir les moyens de défense qu'il possède. On a alors un point de repère dans l'état du système vasculaire et du cœur. Tant que celui-ci a un fonctionnement suffisant, même s'il est hypertrophié (surtout s'il est hypertrophié, disent certains auteurs), l'équilibre se maintient : il y a compensation ; l'élimination urinaire est suffisante.

Il en est de même pour la goutte. Celle-ci ne fait pas du premier coup l'atrophie du rein. Ce serait une erreur de croire que le goutty Kidney, le rein atrophié de Todd, soit l'expression caractéristique de la goutte rénale. C'est l'aboutissant des lésions successives que subit le rein dans cette maladie, soit du fait de la goutte elle-même, soit du fait d'autres causes surajoutées. Et, comme le goutteux est susceptible de présenter de l'albuminurie aux diverses étapes de sa néphrite, comme, en outre, il est particulièrement enclin aux coliques néphrétiques, le pronostic varie chez lui suivant ces diverses conditions. La néphrite suppurée, conséquence de lésions pyélitiques, urétrales ou vésicales, étant mise à part, l'albuminurie goutteuse ne comporte en réalité la crainte d'accidents redoutables qu'une fois que la lésion rénale a parcouru tout son cycle, que le rein est atrophié. La goutte passe alors au second plan et la sclérose rénale domine avec son cortège symptomatique habituel et sa gravité propre.

Dans le diabète gras, l'albuminurie est fréquente. On l'observe environ dans la moitié des cas. Elle est rare, au contraire, dans les diabètes à marche rapide et à cachexie presque d'emblée. L'albuminurie concomitante des glycosuries moyennes n'a pas, par elle-même, grande importance, au point de vue immédiat s'entend ; mais plus tard, la lésion rénale s'accroissant, la glycosurie cède le pas à l'albuminurie. Le sucre disparaît de l'urine et l'albumine augmente. Le diabète s'efface, semble guérir, mais il est remplacé par la maladie de Bright. Il faut toutefois ajouter que la terminaison du dia-

bète même avec albuminurie par des phénomènes urémiques purs est relativement rare. Frerichs ne compte que 8 brightiques sur 120 cas de diabète, Lécorché 6 sur 114. Les diabétiques d'ailleurs sont souvent arrêtés au cours de leur affection rénale par des phénomènes morbides autres, tels que coma diabétique, tuberculose, accidents broncho-pulmonaires, gangrènes.

Une des grandes causes de l'albuminurie est la grossesse, puisqu'on compte environ 20 °/₀ des femmes enceintes qui, à un moment quelconque de leur gestation, présentent de l'albumine dans les urines. Cette constatation chez la femme enceinte donne immédiatement à craindre l'apparition de l'éclampsie; mais il s'en faut heureusement de beaucoup que ces craintes se réalisent toujours. La compression des uretères par l'utérus gravide et la stéatose physiologique des épithéliums canaliculaires ont été incriminés comme facteurs d'albuminurie. Si juste que soit cette conception, il ne faut pas lui donner une trop haute valeur. Par elles-mêmes, ces deux causes sont insuffisantes pour créer une néphrite, mais elles sont conditions défavorables pour la résistance aux autres agents morbides. L'albuminurie du travail est passagère, sans grande importance; l'albuminurie puerpérale proprement dite est fonction d'un état infectieux. Elle survient au même titre que les autres symptômes de l'infection généralisée et elle se comporte comme l'albuminurie des fièvres. Quant à l'albuminurie développée pendant la grossesse et qui se perpétue après elle, la signification que lui donne Talamon est la seule qui soit plausible : dans l'immense majorité des cas, elle provient du réveil d'une néphrite antérieure restée à l'état latent.

L'albuminurie, dans la tuberculose, a été l'objet de récents travaux. Ils ont amené à faire des distinctions dans les façons très différentes dont la tuberculose peut atteindre le rein. Faisant abstraction des néphrites tuberculeuses par ascension du bacille dans les voies urinaires ou par effraction, ou des tuberculoses localisées d'emblée au rein, qui sont maintenant passées dans le domaine presque exclusif de la chirurgie, il y a dans la vie du tuberculeux bien des causes d'altération rénale. C'est d'abord, dans la tuberculose aiguë, granulique, le semis de tubercules miliaires qui se fait dans les reins comme dans tous les autres organes sans exception. Cette néphrite n'a pas d'individualité : c'est un épiphénomène et la marche de l'affection générale est telle qu'on n'a pas le temps de s'en préoccuper. Dans la tuberculose à marche lente, au contraire, le rein présente plusieurs manifestations intéressantes. Tout d'abord, avant la déclaration franche de la maladie, c'est l'albuminurie prétuberculeuse, prodromique décrite par Teissier (de Lyon). Elle apparaît longtemps avant les manifestations pulmonaires, n'est qu'intermittente et souvent disparaît lorsque ces dernières prédominent. Ce serait, suivant Teissier, une néphrite toxique pure, déterminée par la tuberculine. Talamon a montré que cette néphrite par tuberculine peut aboutir à la maladie de Bright. Enriquez et Hallion l'ont observée expérimentalement. Elle ne comporte pas d'impossibilité absolue à la guérison, mais elle est souvent le principe de lésions plus profondes. La véritable néphrite tuberculeuse revêt fréquemment une forme hémorragique. Elle peut s'annoncer par des hématuries, comme la tuberculose pulmonaire peut débuter par des hémoptysies. C'est là une maladie grave par elle-même et que l'extension du bacille à l'appareil respiratoire vient encore compliquer. En outre, la tuberculose peut déterminer la dégénérescence amyloïde du rein, lésion progressive et jusqu'ici irrémédiable. Enfin, les phtisiques, soit par l'action directe du bacille de Koch, soit plus souvent peut-être par l'action des microbes surajoutés qui complètent son œuvre de destruction, présentent une néphrite à laquelle la marche de la maladie principale ne laisse pas le temps d'évoluer.

Ce que nous venons de dire de la tuberculose peut se répéter presque textuellement pour la syphilis. Il faut tenir compte de ce fait, à propos du pronostic, que, dans ce cas, la néphrite est plus à la portée de nos moyens thérapeutiques et que le traitement spécifique a certaines chances d'efficacité.

En résumé, on voit donc qu'on ne saurait établir de lois fixes dans l'évolution des albuminuries. Cette évolution dépend de facteurs absolument individuels : l'âge, l'hérédité du sujet, les maladies infectieuses ou les intoxications antérieures, le caractère étiologique de la néphrite, la résistance du malade, le temps de la lésion, sa marche, la concomitance d'autres affections. Chacun de ces facteurs a un coefficient particulier qui doit figurer dans le calcul pronostique. L'urine est le reflet de ce qui se passe dans l'organisme au moment où elle est émise : elle renseigne sur la nutrition générale, souvent aussi sur la lésion locale. On ne saurait conclure après une seule analyse, ni même d'après un groupe restreint d'analyses. Il faut en établir les résultats en séries, pour ainsi dire, ces séries marquant les diverses phases de la néphrite, régressives ou aggravatives.

Dr A. Létienne.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

RELATIONS ENTRE LES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DES FERS ET ACIERS ET LEUR COMPOSITION CHIMIQUE

Les métallurgistes ont proposé de nombreuses formules empiriques établissant, d'après un certain nombre d'expériences, les relations qui existent, d'une part, entre la teneur pour 100 des corps étrangers accompagnant le fer et, d'autre part, soit la résistance du métal à la rupture, soit son allongement, soit enfin sa striction[1]. Nous allons passer en revue les études qui ont été faites à ce sujet. Dans toutes les formules que nous citerons, les symboles chimiques représenteront la teneur pour 100 de chaque corps étranger, R désignera la résistance en kilos par mètre carré de section primitive, a_{100}, a_{200} les allongements pour 100, mesurés respectivement sur des longueurs initiales de 100 millimètres et de 200 millimètres, enfin S la striction pour 100.

Dans les *Annales des Mines* de 1879, M. Deshayes, ingénieur aux usines de Terre-Noire, représentait déjà par un diagramme les rapports existant entre la teneur en carbone des aciers simplement carburés et par conséquent exempts de manganèse et les propriétés mécaniques de ces aciers.

Nous reproduisons (fig. 1) ces courbes dont les abscisses indiquent les proportions pour 100 de carbone, et chacune des divisions des ordonnées soit 5 kilos de charge, soit 5 °/₀ d'allongement, soit 5 °/₀ de striction.

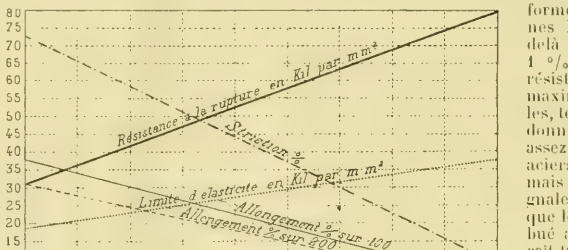


Fig. 1. — *Rapport entre la teneur en carbone et les propriétés mécaniques des aciers carburés.*

D'après M. Deshayes, l'influence du manganèse sur la résistance à la rupture se réduit au $\frac{1}{3}$ environ de celle du carbone : Par exemple, aux environs de 0,50 de C, une variation de 0,10 en plus ou en moins dans la teneur en C fait monter ou descendre la charge de rupture de 6 kilos par mètre carré, tandis qu'autour de 0,50 de Mn, une variation de 0,1 de Mn en plus ou moins augmente ou diminue la charge de 1 kil. 800 à 2 kilos. D'autre part, l'allongement diminue avec l'augmentation de la teneur en Mn, mais huit fois moins que lorsqu'il s'agit de l'augmentation de la teneur en C. Enfin le Mn éloigne la limite d'élasticité et, alors que pour les aciers carburés cette limite est voisine de 45 à 50 °/₀ de la charge de rupture, elle se rapproche de 55 °/₀ dans les aciers manganésés[2]. Le silicium exerce une influence analogue à celle du carbone, mais dans la proportion très réduite d'un sixième. — Quant au phosphore, il est à peu près comparable au manganèse et son action est environ quatre fois moindre que celle du carbone.

Les formules de M. Deshayes, qui résument les considérations qui précèdent, sont les suivantes; pour les aciers de toute provenance :

$$R = 30 + 18\,C + 36\,C^2 + 18\,Mn + 10\,Si + 15\,Ph:$$

pour les aciers moyennement épurés :

$$A_{100} = 42 - 36\,C - 5{,}5\,Mn - 6\,Si.$$
$$A_{200} = 31 - 27\,C - 4{,}1\,Mn - 4{,}5\,Si.$$

On voit que l'influence du carbone sur la résistance est représentée par une expression parabolique, ce qui est assez conforme à la réalité ; toutefois elle ne peut se calculer sous cette forme que dans certaines limites puisqu'au delà de la teneur de 1 °/₀ de carbone, la résistance passe par un maximum. Ces formules, telles qu'elles sont, donnent des résultats assez exacts pour les aciers très bien recuits ; mais nous devons signaler dès maintenant que le coefficient attribué au phosphore paraît trop faible.

Plus récemment, M. Osmond, alors ingénieur aux usines du Creusot, employait des formules distinctes donnant les résistances de l'acier Bessemer et de l'acier Martin en fonction des mêmes éléments :

Acier Bessemer. $R = 26 + 60\,C + 23\,Mn + 11\,Si + 65\,Ph.$
Acier Martin . . $R = 26 + 46{,}5\,C + 21\,Mn + 11\,Si + 65\,Ph.$

La première s'applique aux métaux demi-durs et durs de 55 à 90 kilos, et en particulier aux rails. La seconde se rapporte à des qualités d'acier variant de 35 à 65 kilos, depuis les tôles extra-douces jusqu'au métal à canon. Tous les essais ayant servi à déterminer ces formules ont été tirés de petits lingots de coulée forgés en barreaux de traction et recuits.

Les coefficients du carbone et du manganèse sont un peu plus forts dans la première formule que dans la seconde : il y a donc une différence de résistance en faveur du métal Bessemer, différence que l'on explique par la fluidité plus grande que ce métal possède lors de la coulée en raison de sa température très élevée et par la compacité qui en résulte.

Les formules de Deshayes et d'Osmond ne concernent que des aciers recuits, c'est-à-dire des aciers dont la texture n'a pas encore été modifiée par la trempe. Or, cette dernière opération a pour effet de diminuer la grosseur du grain du métal ou plutôt d'arrêter son développement, corollaire nécessaire d'un refroidissement lent. D'où élévation de la charge de rupture et de la limite d'élasticité, et par contre, diminution dans l'allongement et dans la striction. — Pour traduire l'augmentation de résistance sous l'influence d'une trempe à l'huile au rouge-cerise clair (ou d'une trempe

[1] Nous rappelons que la striction est le rapport de la réduction de section au moment de la rupture à la section initiale du barreau, soit $\frac{s - s'}{s}$. (s étant la section initiale, s' la section finale

[2] On sait même que dans les aciers Hadfield, le rapport $\frac{E}{R}$ atteint 70 à 75.

à l'eau chauffée à 70° ce qui revient au même), on a proposé la relation empirique $R_t = R_r + 0{,}92\ (R_r - 32)$ dans laquelle R_t désigne la charge de rupture après trempe et R_r celle du métal simplement recuit donnée par les formules Deshayes ou Osmond. Pour $R_r = 32$, on en déduit $R_t = R_r$, ce qui revient à dire que le fer donnant 32 kilos de résistance ne durcit pas lorsqu'on le trempe, résultat conforme à l'expérience. On peut remarquer que, les aciers prenant d'autant plus de dureté à la trempe qu'ils sont plus purs, cette considération conduirait à supprimer, des formules empiriques donnant R, les termes se rapportant au Si et au Ph. On est bien loin de le faire dans les formules plus récentes que nous allons examiner.

En 1894, afin d'établir les relations entre la composition chimique et la résistance à la rupture des aciers, M. Webster, de Philadelphie, essaya plus d'un millier d'échantillons de plaques en métal basique (Bessemer ou Martin) fournis par Pottstown Iron Company. Ces plaques provenaient de lingots d'un poids moyen de 2.500 kilos et de 460×500 de section avec un fruit de 0,02 par mètre. Les lingots chargés chauds dans les puits étaient transformés en blooms, puis réchauffés et laminés en plaques. On y découpait alors des barres que le laminage réduisait à la largeur de 30 à 40 millimètres. Les éprouvettes de traction étaient finies de tours et sur les morceaux cassés on détachait des copeaux qui étaient analysés.

M. Webster a cherché d'abord comment la charge totale de rupture se trouve influencée par la température où l'on termine le laminage. Celle-ci varie avec l'épaisseur et la largeur des pièces, et, si l'on prend pour base des résultats les essais faits sur une tôle de 10 millimètres d'épaisseur ayant une largeur inférieure à 1 m. 780, il faut appliquer les corrections indiquées ci-dessous aux plaques dont les épaisseurs et largeurs diffèrent de ces dimensions.

Épaisseur des plaques.	Largeur < 1m,780.	Largeur > 1m,780.
—	—	—
19mm	— 900k	— 453k
17	— 800	— 340
16	— 680	— 227
14	— 570	— 114
13	— 453	0
11	— 227	+ 227
10	0	+ 453
8	+ 1.360	+ 1.820

Les résultats des essais de traction comparés aux teneurs en C, Si, Mn, Ph, S trouvés dans les morceaux correspondants, ont amené M. Webster aux conclusions suivantes :

Une tôle de 10 millimètres d'épaisseur en fer pur, c'est-à-dire absolument exempt de corps étrangers, donne une résistance d'environ 24 kil. 4 par centimètre carré pour l'acier Bessemer et de 22 kil. 9 pour l'acier Martin. Chaque unité °/o de C accroît la résistance de 56 kil. 2. L'effet par unité de Mn semble diminuer à mesure que le pour 100 de cet élément augmente : ainsi la différence de ténacité entre les aciers contenant de 0,20 à 0,30 de Mn est plus grande qu'entre les aciers dont la teneur varie de 0,50 à 0,60, tous les autres éléments restant les mêmes. L'influence du Ph se fait plus sentir dans l'acier dur que dans l'acier doux. En présence de 0,06 à 0,08 de C, chaque unité °/o de Ph augmente comme le C la résistance de 56 kil. 2; pour une teneur plus élevée en C, soit de 0,15 à 0,25 °/o, l'effet du Ph est à peu près double, puisqu'elle est évaluée à 105 kil. 4 par unité °/o de Ph; pour les teneurs en C intermédiaires comprises entre 0,08 et 0,15 l'augmentation de charge résultant du Ph est progressive et variable entre 56 kil. 2 et 105 kil. 4. Le S de son côté augmente proportionnellement la résistance de 35 kil. 2 pour une teneur de 1 °/o. Quant au Si, qui n'existait qu'à l'état de traces dans ces aciers, son effet durcissant n'a pu être suffisamment apprécié.

M. Webster a rassemblé tous les résultats si intéressants de son étude dans une série de tableaux. Le premier est à double entrée et donne les valeurs de la résistance à la traction en fonction du C et du Ph. Les autres reproduisent les charges en regard des teneurs en Mn ou en S. Ces tableaux nous ont paru un peu encombrants et en tous cas trop longs à consulter. Aussi avons-nous cru devoir en concentrer les chiffres en des formules analogues à celles déjà établies par MM. Deshayes et Osmond; pour l'acier Bessemer :

$$R = 24{,}4 + 56{,}2\,C + 19{,}1\,Mn - 10{,}4\,Mn^2 + f(C)\,Ph + 35{,}2\,S.$$

pour l'acier Martin :

$$R = 22{,}9 + 56{,}2\,C + 19{,}1\,Mn - 10{,}4\,Mn^2 + f(C)\,Ph + 35{,}2\,S.$$

Les valeurs de la fonction f (C) étant les suivantes :

Pour C de 0,15 à 0,25 °/o f (C) = la constante 105,4.
— de 0,08 à 0,15 f(C) = 702,5 × C.
— de 0,06 à 0,08 f(C) = la constante 56,2.

On peut remarquer que le terme négatif $-Mn^2$ permet de ramener à sa juste valeur l'influence de ce corps qui est loin d'être proportionnelle à sa teneur.

Le baron Juptner a publié tout récemment une étude établissant des relations entre la ténacité, la striction et la composition chimique du fer et de l'acier. Ce métallurgiste ne considère que l'influence du C, du Si et du Mn. Pour lui, 12 éléments de C ont la même valeur que 28 éléments de Si ou 54,8 éléments de Mn. En remplaçant ce dernier chiffre de 54,8 par 56, pour faciliter les calculs, il arrive à énoncer cette règle d'équivalence :

$$C = 3 \qquad Si = 7 \qquad Mn = 14$$

ce qui veut dire que 3 °/o de C ou 7 °/o de Si ou 14 °/o de Mn sont des quantités équivalentes pour augmenter la ténacité du fer de 200 kilos par millimètre carré.

Si nous admettons avec le baron Juptner que la résistance du fer pur est de 25 kilos par millimètre carré, et si nous adoptons les mêmes désignations que dans les formules précédentes, les résultats que nous venons d'énoncer peuvent se traduire ainsi :

$$R = 25 + \frac{200}{3}\,C + \frac{200}{7}\,Si + \frac{100}{7}\,Mn,$$

c'est-à-dire : $R = 25 + 66{,}6\,C + 28{,}5\,Si + 14{,}3\,Mn$.

M. Juptner fait remarquer que le carbone peut exister dans le fer sous différentes formes qui influencent ses propriétés de façons bien distinctes, mais que toutefois ces différences perdent de leur importance pour les faibles teneurs en C. D'autre part, l'influence que peut exercer un seul et même corps varie suivant les autres éléments en présence et, abstraction faite des éléments secondaires, ne croît pas toujours proportionnellement à la teneur de ce corps. Hadfield a montré que l'influence du chrome sur le fer exempt de Carbone est à peu près insignifiante, tandis que le Chrome et le Carbone réunis permettent d'atteindre une ténacité et une dureté plus grandes que celles que l'on obtiendrait avec chacun des corps séparément. Le Manganèse, suivant sa teneur, peut agir dans des sens très opposés. Enfin le Phosphore influence plus fortement le fer riche en Carbone que le fer peu carburé. Nous rappelons à ce sujet que M. Webster considère que les coefficients du Phosphore sont variables suivant les teneurs en Carbone et que l'influence du Manganèse est loin d'être proportionnelle au pourcentage de ce métal.

Les essais du baron Juptner ont porté sur 393 éprouvettes de métal coulé (Fer ou Acier). La ténacité était calculée d'après la composition chimique, puis comparée à la résistance réelle. Il est difficile de rapprocher les formules Webster et Juptner : Les premières ne se rapportaient qu'à du fer coulé basique sans silicium et dont la teneur en carbone ne dépassait pas 0,25 °/o, tandis que la plupart des essais allemands portèrent sur des aciers à haute teneur en Carbone

(jusqu'à 0,70 °/₀) et assez fortement siliciés (jusqu'à 0,50 °/₀) et ne tinrent pas compte du Phosphore. Voici quels furent les écarts trouvés entre la résistance réelle et la résistance calculée :

1 à 3k	par millimètre carré pour	57,13 °/₀	des essais.
3 à 5	—	—	29,69	—
5 à 6	—	—	9,90	—
> 6	—	—	3,26	—

Dans les travaux de Webster les écarts pour 90 °/₀ ne dépassaient pas 2 kil. 8 et pour 29 °/₀ d'entre ceux-ci la différence restait au-dessous de 0 kil. 7. Toutefois, il faut remarquer que les compositions chimiques des éprouvettes de Juptner étaient comprises dans des limites sensiblement plus étendues que celles de Webster, ce qui augmente les chances d'écart.

Quoi qu'il en soit, la comparaison qui précède prouve que l'on peut arriver par des moyens différents à des valeurs approchées de la résistance, à condition que les teneurs des corps qui influent sur elle ne dépassent pas les limites usitées dans les aciers soudables ordinaires (Schmiedbaren Eisen).

M. Juptner ne dit pas quelles dimensions il donnait à ses éprouvettes et quel traitement il leur faisait subir. En tout cas, le métal, quelle que soit sa provenance, fut essayé de la façon la plus précise.

Si l'on calcule par la dernière formule énoncée la résistance d'un certain nombre d'aciers à rails dont la composition chimique et la ténacité réelle ont été indiquées par Tetmajer (*Stahl und Eisen*, 1885, p. 348), on s'aperçoit que, pour obtenir à peu près l'identité entre la résistance trouvée et celle calculée, il faut donner une autre valeur à la constante A = 25 de la formule et poser A = 28 et quelquefois 30.

La valeur du terme A dans la formule empirique n'est donc pas absolue et résulte de l'expérience. On juge d'après cela combien l'emploi d'une formule de ce genre, dans laquelle on se donnerait *a priori* la valeur de la constante, peut conduire à des erreurs, si on l'applique à un métal quelconque d'une fabrication non courante.

La constante A représente la somme de la résistance à la traction du fer avant forgeage, laminage ou trempe, et de l'augmentation de résistance qui résulte de ces opérations ou de l'une d'elles. Autrement dit, l'écart ressortant de la comparaison entre la ténacité véritable et celle calculée et rapporté à la valeur de la constante donne la mesure du traitement qu'a dû subir le métal.

C'est là la conclusion la plus importante de Juptner. Toutefois sa formule n'est pas dépourvue d'objection, puisqu'elle néglige complètement l'influence du Ph, du S et de tous les autres corps étrangers au fer; elle ne peut donc suffire pour calculer la mesure du traitement qui a eu lieu et encore moins la part d'augmentation de résistance qui revient au travail mécanique et celle qui se rapporte à la trempe. Dans un second ouvrage, le même savant a cherché une relation entre la striction et la composition chimique du métal. La diminution de section de l'éprouvette étant d'autant plus faible que la teneur en corps étrangers augmente, l'équation cherchée est de la forme : $S = B - f(C, Si, Mn)$, — B représentant la striction du fer pur, et sa valeur, comme pour A dans la formule de la ténacité, dépendant des conditions de préparation du métal. D'après les cassures des éprouvettes employées dans les essais de résistance, on arriva aux coefficients suivants :

$$S\,°/_0 = 60\,°/_0 - [16{,}6\,C + 20\,Si + 10\,Mn]\,°/_0$$

Sur les 393 essais :

38,04 °/₀	donnèrent des écarts de	1 à 4 °/₀
26,48	—	4 à 7 —
8,97	—	7 à 9 —
2,30	—	9 à 10 —
4,12	—	> 10 —

entre les strictions réelles et celles calculées.

Mais lorsqu'on appliqua la formule aux rails dont nous avons parlé, on trouva pour B des écarts considérables, puisque sa valeur oscillait entre 17,5 et 72,8 °/₀. M. Juptner en explique la cause par des différences de fabrication et surtout par les variations qui existent dans la constitution chimique, notamment en ce qui concerne le phosphore [1]. On sait que les aciers phosphoreux sont caractérisés par une striction presque toujours faible, jointe à un allongement généralement aussi considérable que celui correspondant à la même composition chimique comme carbone et manganèse, mais sans phosphore. M. Deshayes, dans les nombreux essais qu'il a faits de ces métaux phosphoreux à l'ancienne usine de Terre-Noire, a constaté des allongements de 20 à 25 °/₀ mesurés sur 200 millimètres entre repères, alors que l'allongement pour 100 mesuré sur 100 millimètres atteignait seulement 21 à 26 °/₀. La barre s'allongeait donc également dans toutes ses parties et d'une façon plus homogène que dans d'autres métaux. — Nous citerons les conclusions du baron Juptner ainsi que les considérations émises à ce sujet par le professeur Ledebur (*Stahl und Eisen*, 1896, p. 350) :

1° La résistance à la traction et la striction dépendent de la composition chimique et du traitement subi;

2° Si le traitement est toujours à peu près le même, on peut employer des formules empiriques pour calculer approximativement R et S en fonction de la teneur des corps étrangers;

3° Inversement, les coefficients A ou B peuvent se déduire des valeurs réelles de la résistance ou de la striction et de la composition chimique et fixent l'étendue de l'élaboration subie par le métal;

4° Les valeurs de A et B peuvent servir de caractéristiques des propriétés des métaux;

5° Les valeurs de A et B permettent de reconnaître et de supprimer des erreurs dans la fabrication.

M. Ledebur admet la première de ces propositions, mais il remarque avec raison que ce n'est pas seulement de la composition chimique et de l'élaboration que dépendent les qualités de résistance du métal. Les soufflures dans le métal coulé, les scories dans le métal soudé participent également à les modifier. L'origine du métal joue aussi son rôle : L'acier au creuset se comporte autrement que les aciers Bessemer ou Martin de même composition et il n'est pas prouvé qu'un acier Thomas carburé d'après le procédé Darby et riche en manganèse soit comparable à un acier Bessemer acide et carburé par le Spiegel. Le baron Juptner a raison d'employer le mot « approximatif » dans sa deuxième conclusion et ce mot doit s'étendre aux trois suivantes, car les calculs qu'il cite à propos des rails ne sont pas faits pour prouver une concordance absolue, tant il peut se produire d'influences diverses pour contrarier l'exactitude du calcul.

Nous ajouterons que, si les formules empiriques que nous venons de passer en revue ou les nouvelles que l'on pourra établir sont à peu près impuissantes pour dénoncer comment s'est effectuée l'élaboration du métal [2], elles n'en ont pas moins leur importance et leur utilité, avec cette réserve qu'elles soient la conséquence d'un même genre de fabrication et que les éprouvettes qu'on y rapporte aient été toujours préparées de la même façon, et, si possible, par le même ouvrier. Dans ces conditions, le chimiste pourra les employer pour contrôler ses résultats d'analyse; ces formules serviront de plus à apprécier d'une façon approximative la dureté d'un métal qu'il ne serait pas possible d'essayer à la traction et dont il suffira de se procurer quelques copeaux.

Emile Demenge,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

[1] Louis Schneider : *Oesterreichische Zeitsch.*, 1886, p. 736.
[2] Aujourd'hui, les procédés d'examen micrographique des aciers, si bien mis en lumière par M. Osmond, suffisent amplement à ce but.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Haure (M.), *Ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure.* — Recherches sur les points de Weierstrass d'une courbe plane algébrique. (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *brochure in-4° de* 88 *pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1896.

Prenons dans le plan de la variable complexe x un point a, qui soit un infini d'ordre s, pour la fonction rationnelle u de x; s est, pour un choix convenable de u, égal à un entier quelconque. Désignons, au contraire, par u une fonction algébrique de x, c'est-à-dire une fonction rationnelle des coordonnées x et y d'un point m, mobile sur une courbe algébrique plane C; supposons que u possède au point a de C un infini unique d'ordre s. La suite de tous les ordres s possibles ne reproduit la suite naturelle des entiers qu'à un certain nombre de *lacunes* près, constituées par des *ordres manquants*. Si a est quelconque sur C, les ordres manquants sont :

$$1, 2, 3, \ldots\ldots, p,$$

p désignant le genre de C; c'est même la propriété que Weierstrass prend pour définition du genre. Si a vient en un « point de Weierstrass » A, les ordres manquants sont différents, sans qu'aucun d'eux toutefois dépasse $2p-1$. Weierstrass a construit p intégrales abéliennes de première espèce distinctes, infiniment petites en A, dont les degrés d'infinitésimalité respectifs sont précisément les ordres manquants. Cela fournit un procédé pour construire les A.

D'un autre côté, deux fonctions u et v, rationnelles en x et y, ayant sur C un même infini unique a, sont liées par une relation algébrique, équation d'une certaine courbe Γ. Si a vient en A, la courbe Γ est fort particularisée. Réciproquement, la manière d'être de Γ commande dans une certaine mesure celle du point A de Weierstrass. Il est donc naturel d'étudier Γ au lieu de A lui-même.

M. Haure s'attache à construire, pour les genres inférieurs à huit, les tableaux d'ordres manquants et, pour un système déterminé d'ordres manquants, la courbe Γ.

Le travail se termine par une application aux courbes gauches algébriques; ces dernières, conformément à des idées de Brill, Nœther et Halphen, sont envisagées comme des transformées point par point de courbes planes.

La nature de recherches à laquelle est consacrée la thèse est très ardue; nous ne connaissons rien dans la science qui soit à la fois plus abstrait et plus minutieux que les discussions numériques « à la Halphen » sur les degré, classe, genre, nombre de points doubles, réels ou apparents, ... de courbes *non encore construites*.

Sans doute M. Haure n'a pas épuisé la matière qu'il avait choisie, mais il a apporté une contribution sérieuse à la solution du problème. Il a montré qu'il savait évoluer à l'aise dans des théories élevées et difficiles.

LÉON AUTONNE,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Lyon.

Armengaud aîné (M.). — Le Vignole des Mécaniciens. Etudes sur la Construction des Machines (*3e Edition, 1er Fascicule*). — 1 *vol. in-8° de* 192 *pages avec* 222 *figures.* (*Prix de l'ouvrage complet en souscription :* 20 *fr.*). *E. Bernard et Cie, éditeurs. Paris,* 1897.

L'ouvrage de M. Armengaud, dont nous avons sous les yeux le premier fascicule, est conçu dans un esprit essentiellement pratique. Il a pour but de donner aux mécaniciens tous les renseignements nécessaires pour la construction des principaux organes qui entrent dans la composition des machines.

Le livre commence, il est vrai, par une étude théorique de la résistance des matériaux, mais cette étude était nécessaire pour la détermination des proportions des organes examinés ultérieurement et l'auteur l'a, d'ailleurs, réduite au minimum en se bornant aux idées générales et aux formules d'un usage courant dans la pratique.

Les chapitres suivants sont consacrés entièrement à la description des organes: vis, boulons, écrous, rivets, arbres, pivots, coussinets, graisseurs, transmissions, engrenages, poulies, pistons, bielles, manivelles, excentriques, cylindres, tuyaux, soupapes, volants, etc... Pour chaque organe un type est étudié complètement, puis l'auteur indique quelles modifications il doit subir dans son adaptation à divers genres de machines.

Le livre renferme un nombre considérable de données fort utiles et il est appelé à rendre les plus grands services aux mécaniciens, ingénieurs, constructeurs, et aux élèves des écoles professionnelles et des écoles d'arts et métiers. A. B.

Maréchal (Henri), *Ingénieur des Ponts et Chaussées.* — Les Tramways électriques. — 1 *vol. in-8° de* 204 *pages avec* 115 *fig.* (*Prix relié :* 7 *fr.* 50). *Baudry et Cie, éditeurs. Paris,* 1897.

Au moment où se pose le problème de la transformation des tramways dans Paris, l'auteur nous donne un exposé sommaire des diverses méthodes employées en Europe et en Amérique pour la traction électrique. Il passe tour à tour en revue les dispositions générales, les systèmes de distribution, la voie, les moyens employés pour conjurer les risques d'électrolyse; tour à tour, nous voyons les divers types de tramways à fil aérien, à conducteur souterrain, à conducteur interrompu au niveau du sol, à accumulateurs; la distribution par courant continu, alternatif monophasé, alternatif polyphasé. Les lecteurs de la *Revue* y retrouveront le tramway Claret-Vuilleumier, et ceux qui aiment à voir dans l'avenir auront pu y trouver, avant la mise en service, les nouvelles installations à accumulateurs rapides de la Compagnie des Tramways de Paris et du département de la Seine. L'ouvrage se termine par la description du matériel roulant, des stations centrales et un aperçu des prix de revient.

Sur un sujet aussi touffu que la traction électrique, il ne pouvait être question d'un exposé complet de tous les systèmes employés et dont la description emplit continuellement les colonnes des journaux spéciaux. L'auteur a dû se borner à décrire sommairement les principaux types dans chaque catégorie. L'ouvrage est également très sobre en fait de discussion critique. Ceux qui par profession ont à s'occuper de traction électrique n'y verront peu qu'ils ne connaissent déjà; ceux qui s'y intéressent, mais qui n'en peuvent faire l'étude approfondie, tout en étant familiers avec l'électricité, trouveront un exposé succint bien coordonné, qui les mettra au courant de l'état actuel de la question. P. L.

Marchand (E.), *Ingénieur civil.* — Nouvelle théorie des pompes centrifuges. Etude théorique et pratique. — 1 *vol. in-8° de* 192 *pages, avec* 44 *figures. E. Bernard et Cie, éditeurs,* 53 *ter, quai des Grands-Augustins. Paris,* 1897.

2° Sciences physiques

Weiss (Pierre), *Agrégé des Sciences physiques, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Rennes.* — **Recherches sur l'aimantation de la Magnétite cristallisée et de quelques alliages de Fer et d'Antimoine.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *1 brochure in-4° de 64 pages avec 37 fig. G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris*, 1896.

Parmi le petit nombre de corps qui présentent des propriétés fortement magnétiques se trouve l'oxyde de fer, Fe^3O^4, la pierre d'aimant; mais si ce minéral est l'aimant le plus anciennement connu, il était resté le moins bien étudié; au cours de ces dernières années les propriétés magnétiques du fer ont été l'objet d'une admirable suite de travaux; la magnétite, assez inutile au point de vue des applications pratiques, a été un peu laissée de côté, et cependant le fait que ce corps peut être étudié à l'état cristallisé semble promettre de très intéressants résultats théoriques, c'est la pensée qu'a eue M. Weiss, et son mémoire vient nous montrer aujourd'hui combien cette pensée était heureuse.

L'auteur, qui a eu à sa disposition de très beaux échantillons de magnétite cristallisée de diverses provenances, a effectué une série de mesures très soignées et bien systématiquement ordonnées; il a employé la méthode du galvanomètre balistique, convenablement modifiée de façon qu'elle s'adaptât à la petitesse des corps étudiés dans cette méthode; l'aimantation et le champ magnétique sont mesurés d'une semblable façon par l'impulsion de l'aiguille. Les résultats généraux sont, comme on pouvait s'y attendre, du même ordre que ceux auxquels on est arrivé pour le fer, mais le fait le plus remarquable mis en évidence par M. Weiss est que la magnétite, bien que cristallisée dans le système cubique, n'est pas isotrope au point de vue des propriétés magnétiques; les mesures qui ont porté sur des prismes taillés parallèlement aux axes cristallographiques ont montré que l'aimantation est maxima suivant l'axe ternaire, minima suivant l'axe quaternaire, et a une valeur intermédiaire suivant l'axe binaire.

Cet important résultat a été confirmé et étendu à des directions autres que celles des axes par une autre méthode comportant des mesures effectuées sur des disques de magnétite; l'auteur a réalisé de bien curieuses expériences qualitatives montrant de la façon la plus nette cette dissymétrie magnétique.

Dans une seconde partie, M. Weiss adapte la méthode du galvanomètre balistique à la mesure de l'intensité d'aimantation des corps faiblement magnétiques, en compensant l'induction de la bobine qui produit le champ sur la bobine induite par une autre induction mutuelle; il peut ainsi déterminer avec précision les courbes d'aimantation d'une série d'alliages échelonnés entre les corps peu magnétiques et les corps ferromagnétiques; ces alliages sont des alliages de fer et d'antimoine chez qui M. Cailletet a montré, il y a longtemps déjà, l'existence de la propriété magnétique.

L'un des alliages étudiés est un premier exemple d'un corps à peu près complètement dépourvu d'aimantation résiduelle et ne s'aimantant pas proportionnellement au champ. Enfin, le mémoire se termine par une discussion très serrée des résultats obtenus par différents auteurs relativement à la dissipation de l'énergie dans les cycles d'aimantation.

A coup sûr tous ces derniers résultats sont importants, et particulièrement la discussion de la formule de Steinmetz présente pour tous les électriciens un grand intérêt; il faut bien avouer toutefois que cette partie de la thèse n'a avec la première que des rapports assez éloignés. On serait presque tenté de reprocher à M. Weiss d'avoir produit un mémoire trop riche; il aurait pu faire de son travail sur les alliages un mémoire distinct, et la loi d'unité d'action, applicable en littérature scientifique peut-être aussi bien qu'en art dramatique, eût été mieux observée. L'étude de la magnétite eût été certes bien suffisante pour constituer, à elle seule, un fort beau travail, surtout si M. Weiss avait été moins réservé et s'il avait traité plus complètement la discussion théorique du résultat si important qu'il avait réussi à mettre en évidence.

L'analogie avec les propriétés optiques aurait pu faire supposer que la magnétite se comporte comme un corps isotrope; il n'en est pas ainsi, et, après tout, la chose n'a rien qui nous doive beaucoup surprendre; mais c'est un fait capital au point de vue de toutes les théories du magnétisme et aussi de la théorie électromagnétique. Si l'auteur n'a pas épuisé le sujet à cet égard, il a, par ses belles expériences, mis en lumière un résultat dont, maintenant, tout théoricien devra tenir le plus grand compte.

LUCIEN POINCARÉ,
Chargé de cours à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

Villard (Paul). — **Etude expérimentale des Hydrates de gaz. — Etude des gaz liquéfiés.** (*Thèses de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *1 brochure in-8° de 154 p. avec 30 fig. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1896.

On sait les lois générales très simples qui régissent les corps à l'état gazeux, lois dont l'expression mathématique est la même pour tous les gaz, pourvu qu'à l'unité de masse habituelle on substitue la masse de la molécule considérée. Ne pourrait-il pas en être de même des combinaisons dissociables que les gaz forment avec l'eau? D'après M. Berthelot, « les deux composants subsistent intégralement dans le composé et conservent un état moléculaire aussi voisin que possible de celui qu'ils possèdent à l'état de liberté ». S'il en est ainsi, les hydrates constitués par l'eau et les gaz devront posséder, comme les gaz eux-mêmes, des propriétés communes, indépendantes de la nature du corps gazeux.

Telle est l'idée générale qui sert de guide à M. Villard et qu'il a cherché à vérifier dans son travail.

La manipulation des gaz comprimés *purs*, dont on fait usage dans la préparation des hydrates, est une opération délicate, nécessitant l'emploi d'appareils spéciaux.

M. Villard se sert d'une pompe de compression très simple (dont la partie essentielle est un robinet à pointeau en nickel), parfaitement hermétique malgré l'absence de tout corps gras, où le gaz n'est en contact qu'avec le verre, le mercure et des pièces métalliques. — Il décrit avec beaucoup de soin la graduation de ses manomètres, qu'il compare à un manomètre à azote, puis il passe à l'étude de l'hydrate de protoxyde d'azote, dont il fait une monographie complète.

Le gaz, obtenu par distillation du produit médical, est assez pur pour pouvoir être liquéfié totalement, sans aucun résidu. La production de l'hydrate est comparable à la solidification d'un liquide surfondu ou à la cristallisation d'une solution sursaturée; l'hydrate se forme difficilement dans des tubes parfaitement propres, où l'eau peut rester en surfusion. Il n'existe qu'à l'état *solide*, sous pression, et à chaque température le gaz en contact avec lui possède une force élastique déterminée, qui est la tension de dissociation de l'hydrate; cette tension est la même dans l'eau qu'en présence du gaz, ainsi que l'avait déjà constaté M. Roozeboom, à propos de l'hydrate sulfureux. L'hydrate de protoxyde d'azote n'exerce pas d'action sur la lumière polarisée; il appartient donc au premier système cristallin.

Nous arrivons à la partie la plus intéressante du travail de M. Villard, celle où il détermine la composition chimique et la chaleur de formation de l'hydrate. La marche suivie, trop minutieuse pour être résumée, paraît irréprochable; l'auteur se contrôle fréquemment et les nombres qu'il obtient possèdent évidemment un haut degré d'exactitude. La composition de l'hydrate est représentée par la formule simple :

$$Az^2O, 6\,H^2O.$$

Les expériences calorimétriques sont effectuées dans un calorimètre à glace de Bunsen, à tige longue et de diamètre relativement fort, ce qui permet d'augmenter le poids de la matière mise en œuvre.

Pour constater les analogies entre les divers hydrates, il suffisait d'étudier une ou plusieurs de leurs propriétés en procédant comme pour le protoxyde d'azote. M. Villard s'est occupé des hydrates des gaz carbonique et sulfureux, du chlorure de méthyle, de l'acétylène et de l'éthylène. Tous ces composés n'existent qu'à l'état solide. Ils se sont montrés sans action sur la lumière polarisée; tous ont *la même composition chimique* que l'hydrate de protoxyde d'azote, c'est-à-dire renferment 6 molécules d'eau pour 1 molécule de gaz.

Les trois premiers hydrates avaient déjà été examinés par divers auteurs qui leur avaient attribué des formules différentes; nous pouvons y ajouter les hydrates du chlore (et du brome) et de l'hydrogène sulfuré. Les formules proposées jusqu'ici pour ces corps renferment probablement une trop grande quantité d'eau. Ces hydrates appartiennent tous au système cubique; ils semblent être isomorphes, car la présence de l'un d'eux suffit pour provoquer la cristallisation des autres : il est donc vraisemblable qu'ils sont construits sur le même type et qu'ils possèdent la même formule à 6 molécules d'eau.

En résumé, on peut conclure, d'après l'excellent travail de M. Villard, que les gaz sont susceptibles de contracter avec l'eau des combinaisons à structure semblable, où l'affinité chimique semble ne jouer qu'un rôle très effacé[1].

Ces composés paraissent rentrer dans la classe, du reste assez mal délimitée, des combinaisons moléculaires; classe ainsi dénommée par les chimistes pour indiquer un assemblage moins intime d'où les molécules primitives peuvent être dégagées facilement et sans altération, et où, inversement, il serait possible aux molécules *gazeuses* combinées de conserver leur individualité physique avec une partie de leurs propriétés communes.

Le travail de M. Villard sur les gaz liquéfiés comprend deux parties. La première est consacrée à la mesure de la force élastique maxima d'un certain nombre de gaz que l'auteur s'est astreint à préparer aussi purs que possible et qu'il a débarrassés de toute trace d'air par une ébullition prolongée. C'est pour cette raison, sans doute, que les tensions trouvées pour le protoxyde d'azote sont inférieures aux données de Faraday et de Regnault. Signalons deux tableaux des forces élastiques de l'éthylène et de l'acétylène liquides; pour ce dernier gaz, la tension à 0° est égale à 26 atmosphères, et à 20° elle atteint 42 atm. 5.

Dans la seconde partie de son travail, M. Villard s'occupe des phénomènes critiques. Il démontre d'abord que les expériences de MM. Cailletet et Colardeau sur la détermination du point critique s'interprètent bien avec l'hypothèse d'Andrews, sans qu'on soit obligé d'admettre la persistance de l'état liquide. Il en est de même des expériences de l'auteur[2] sur la condensation simultanée dans les deux branches d'un tube en O ou dans tube en U renversé : à 4 ou 5 dixièmes de degré, au-dessus du point critique, on a un fluide absolument homogène et une densité unique, à la condition que les gaz soient entièrement privés d'air. On arrive aux mêmes conclusions en examinant des tubes à acide carbonique renfermant une trace d'iode; les diverses apparences que l'on observe s'expliquent par la dissolution de l'iode dans le *gaz* carbonique comprimé[3]. Enfin, l'auteur démontre directement que les phénomènes de mirage et les différences de densité que présentent les tubes de Natterer et qui semblaient inconciliables avec la théorie d'Andrews, sont dus à des différences de température, le liquide étant toujours plus froid que la vapeur[1]; à l'aide de la formule de M. Sarrau, on a pu calculer numériquement les variations de densité provoquées par le défaut d'uniformité de la température.

Il est permis de conclure, à la suite des expériences et des interprétations de M. Villard, que la théorie d'Andrews, dans sa simplicité primitive, suffit à rendre compte de tous les phénomènes critiques; les perturbations sont d'ordre secondaire et faciles à expliquer; elles ne paraissent nullement incompatibles avec l'hypothèse de la continuité de l'état gazeux et de l'état liquide.

P.-Th. Muller,
Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy.

[1] Ainsi l'Argon, ce gaz que M. Ramsay qualifie de *zérovalent*, dont les affinités chimiques sont nulles, a cependant donné à M. Villard un hydrate tout à fait comparable aux hydrates des autres gaz. (*Comptes rendus* du 17 août 1896.)
[2] Voir la *Revue*, t. V, p. 630 (1894).
[3] *Ibid.*, p. 662.

[1] Voir la *Revue*, t. VII, p. 326 (1896).
[2] *Le Dahomey*, 1 vol. grand in-8° de 430 pages, avec 17 planches ou gravures hors texte, plans et cartes coloriés (*Bibliothèque de l'Explorateur*). — Paris, A. Hennuyer, 1893.
[3] 1 vol. grand in-8° de 340 pages avec 76 gravures, d'après les dessins et les documents de l'auteur. — Paris, Firmin-Didot et Cie.

3° Sciences naturelles

Foà (Edouard), *Chargé de Mission par le Ministère de l'Instruction publique.* — **Du Cap au Lac Nyassa.** — *1 vol. in-18 de 382 pages avec 16 gravures, une carte et un vocabulaire.* (*Prix : 4 fr.*) *Plon, Nourrit et Cie, éditeurs, 10, rue Garancière. Paris*, 1897.

M. Edouard Foà, chargé de mission par le ministère de l'Instruction publique, explore en ce moment le bassin du Zambèze. Ce métier, qu'il fait depuis 1891 dans le sud de l'Afrique, il s'y était préparé par un séjour de trois ans au Dahomey; car il n'est pas de ces voyageurs qui prennent des notes et qui passent : il s'installe dans le pays dont il parle, il y vit, il en apprend la langue, et, suivant un programme déterminé, tracé à l'avance, il en étudie successivement les ressources naturelles, la géographie et la climatologie, la faune et la flore, les industries et les mœurs, l'histoire et les races, la religion et les caractères ethnographiques. Il a publié il y a deux ans, en un gros volume substantiel et plein de choses[2], le résultat de l'enquête qu'il avait ainsi poursuivie sur la Côte d'Ivoire et au bord du Whémé. Malheureusement le lecteur français goûte peu ces traités graves et d'un aspect sévère. Il aime mieux les fantaisies, le romanesque ou ce qui y ressemble. Aussi ce compact et excellent livre, pour estimé qu'il soit des gens du métier, n'a-t-il pas eu auprès du public le même succès qu'un autre ouvrage du même auteur, ouvrage dont, à la vérité, l'intérêt est poignant et qui, d'ailleurs, renferme bien des considérations dont les hommes de science peuvent faire leur profit. Je parle ici de ses *Grandes chasses dans l'Afrique centrale*[3], qui, publiées comme livre d'étrennes, ont une portée de beaucoup supérieure à la plupart des publications de ce genre, lesquelles n'ont souvent qu'une vogue éphémère, et ne méritent pas mieux.

Eclairé par cette leçon, M. Foà a adopté pour ce volume-ci un moyen terme. Renonçant à rassembler, quant à présent, les notes qu'il a recueillies sur la géologie, l'orographie, etc., il s'est borné à conter son voyage, mais non sans parler, à l'occasion, du climat, des productions du sol, de l'altitude des régions qu'il a traversées, des coutumes et du genre de vie des habitants. Pour le lecteur, c'est tout profit; mais on nous permettra d'exprimer le regret de n'avoir pas ici un traité scientifique complet, où le sujet soit épuisé, et qui satisfasse pleinement les hommes d'étude.

Les premiers chapitres, en particulier, à part quelques observations personnelles, manquent d'originalité et de profondeur. Ils sont consacrés au voyage rapide de

Paris au Cap et du Cap au Transvaal. Ces pays nous sont maintenant connus, et les impressions d'un touriste qui les parcourt sans avoir presque le temps de regarder n'ont de piquant que par la forme de sa narration, le charme de son style et la fertilité de son imagination. Un écrivain de profession saura broder des développements ingénieux sur un détail entrevu en cours de route; un esprit fantaisiste ou rêveur se laissera aller à d'aimables vagabondages sur le spectacle de la nature ou sur un épisode de voyage. Avec M. Foà, rien de pareil. Ni l'imagination, ni la poésie, ni le souci de l' « écriture artiste » ne le poussent à parler pour ne rien dire, et, quand il s'y hasarde, c'est sans grand succès.

Aussi peut-on faire assez bon marché des pages du début qui sont, en quelque sorte, de la mise en train. Au contraire, dès que notre guide quitte les pays connus et pénètre dans ceux qui sont neufs pour la civilisation française, à partir de Prétoria et jusqu'au lac Nyassa, c'est tout plaisir de le suivre, et on l'accompagne avec d'autant plus de sécurité, qu'on sent bien qu'il n'invente rien : on éprouve une entière confiance en sa sincérité. Ajoutons que, s'il n'est pas un écrivain d'une correction impeccable et d'une forme toujours parfaite, il n'en a pas moins composé son récit avec habileté, sachant mélanger à doses convenables l'épisode anecdotique avec les renseignements statistiques, les considérations sur l'avenir politique de ces régions ou sur la suppression de la traite avec des croquis de paysages lestement enlevés, et des conseils sur la façon de voyager dans la brousse avec des souvenirs de prouesses cynégétiques. Voici, par exemple, une page qui nous paraît donner une idée assez exacte du « faire » de notre voyageur :

« A Nahanji, au moment de notre arrivée, le village était en fête; le tambour s'en donnait à cœur joie. Cet instrument de... tapage, nous l'avons entendu presque partout sur notre passage : c'est l'amusement préféré du noir et on ne trouve jamais l'un chez lui sans l'autre. C'est l'accompagnateur du chant, de la danse et de toutes les cérémonies; il pleure auprès des morts et rit aux joies des vivants; il frappe le premier les oreilles du nouveau-né et conduit le vieillard à sa dernière demeure : le tambour fait partie de la vie courante de l'indigène, et ceux qui sont accoutumés au noir n'y font pas plus attention que lui. Mais ils ne comprennent pas, comme le noir, les batteries différentes qui constituent son langage à lui, langage qu'on entend à de grandes distances, tandis que les autres instruments paraissent muets à quelques mètres. Un indigène reconnaît au tambour ce que fait un voisin : il peut dire exactement, sans se tromper jamais, à quelle cérémonie, à quel passe-temps se livre ce dernier, et Dieu sait si la variété en est grande : ce peut être un enterrement, un anniversaire d'enterrement, le jour d'un décès ou bien le lendemain de ce décès. Ou encore, c'est la naissance d'un enfant, l'arrivée d'une jeune fille à l'âge nubile, la prise d'armes d'un jeune guerrier, sa circoncision, un mariage depuis le premier jour jusqu'au dixième. Ou bien, enfin, c'est simplement une des nombreuses danses locales dont la liste serait trop longue : pour chacune d'elles ou pour toute cérémonie, le tambour change ses accents et annonce au loin ce que fait son maître.

« La fête à laquelle nous avons assisté était plutôt une réunion générale à la fin des moissons, afin de célébrer la rentrée et la mise à l'abri de la mapira (sorgho) de l'année. Plusieurs villages avaient dû se joindre à celui où nous étions pour prendre part à la réjouissance, car le nombre des individus semblait beaucoup plus considérable que celui des cases, et le bruit était assourdissant. »

Si ce passage n'est pas d'une langue bien châtiée, du moins est-ce clair, vif, précis et neuf. Beaucoup de gens, en effet, même de ceux qui savaient l'usage (et presque l'abus) que les noirs font du tambourin, ignoraient que cet instrument pût vouloir et voulût dire tant de choses et que son langage eût un vocabulaire semblable au « cahier des batteries réglementaires » qui sont en usage dans notre armée. De pareils détails donnent au récit plus de couleur peut-être que des épithètes rares; ils évoquent, mieux que bien des explications, l'idée de la demi-civilisation de ces races encore rudimentaires que nous avons tant besoin de connaître, et que des livres comme celui-ci nous aident à comprendre. Aussi est-ce avec une insistance particulière que nous en recommandons la lecture. Lieut.-Colonel Y... Y...

4° Sciences médicales

Gayet (Dr), *Médecin principal de la Marine.* — **Guide sanitaire à l'usage des officiers de l'Armée coloniale.** — *1 vol. in-18 de 212 pages. (Prix cartonné : 2 fr. 50.) O. Doin, éditeur. Paris,* 1897.

Destiné aux chefs de détachements dans les postes éloignés de toute assistance médicale, cet opuscule résume sous une forme claire et concise les notions élémentaires sur l'hygiène du soldat dans les pays intertropicaux, et contient quelques conseils sur les premiers soins à donner aux malades. — Dans la première partie, consacrée à l'hygiène coloniale en général, avant de traiter de l'alimentation, de l'habillement, de l'habitation, etc..., l'auteur effleure quelques questions d'actualité concernant la constitution de l'armée coloniale, en ce moment à l'ordre du jour. Il réclame notamment l'augmentation de l'élément indigène, à l'exemple des Anglais, et un meilleur choix de l'élément européen, qui ne devrait comprendre aux Colonies que des hommes âgés d'au moins vingt-deux ans. Malheureusement, ces deux desiderata de l'hygiène, dont les expéditions récentes ont fait ressortir l'importance capitale, ne sont pas toujours conciliables avec les difficultés du recrutement, dans les conditions actuelles de la constitution des troupes coloniales.

Dans la seconde partie, l'auteur passe succinctement en revue les affections les plus communes, en insistant sur les maladies qu'on rencontre le plus souvent dans les pays chauds, et indiquant à propos de chacune d'elles la conduite à tenir et les premiers soins à donner.

Ce guide, conçu dans un esprit pratique, sera certainement utile aux officiers et aux colons que les exigences de la vie coloniale relégueront souvent dans des postes dépourvus de médecin. Dr J. Alvernhe.

Trillat (A.), *Expert chimiste au Tribunal civil de la Seine.* — **La Formaldéhyde et ses applications à la Désinfection des locaux contaminés.** — *1 vol. in-8° de 128 pages. G. Carré et C. Naud, éditeurs, 3, rue Racine. Paris,* 1897.

L'intérêt général qu'ont soulevé les premières expériences sur les propriétés antiseptiques de la formaldéhyde a engagé M. Trillat à réunir dans une brochure les principaux travaux qui ont trait à ce produit. En même temps que le résumé des expériences de tous les savants qui se sont occupés de cette question et celui des travaux personnels de l'auteur, se trouve la description de certaines propriétés peu connues de la formaldéhyde. Dans la première partie de l'ouvrage, l'auteur donne un aperçu du rôle de la formaldéhyde dans la physiologie végétale : les expériences concernant l'insolubilisation des albuminoïdes sont particulièrement intéressantes.

Dans la deuxième partie, M. Trillat, après avoir cité les expériences qui mettent en évidence les propriétés antiseptiques de la formaldéhyde, donne la description des essais en grand qui établissent le mode pratique de l'emploi des vapeurs de formaldéhyde pour désinfecter les appartements.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 22 Mars 1897.

M. le Président annonce à l'Académie la mort de M. **Antoine d'Abbadie**, membre de la Section de Géographie et Navigation.

1° Sciences mathématiques. — M. **Moutard** étudie les différentielles successives d'une fonction de plusieurs variables et montre qu'elles jouissent des propriétés suivantes : 1° Lorsqu'il existe une solution commune à des différentielles consécutives, en nombre égal à celui des variables, cette solution appartient à toutes les différentielles suivantes; 2° lorsqu'une différentielle admet une solution multiple, cette solution appartient, avec le même degré, à toutes les suivantes; 3° lorsqu'un groupe de différentielles consécutives, en nombre inférieur à celui des variables, admet une solution commune double, celle-ci est une solution double de tout groupe plus éloigné. — M. **F. Marotte** étudie les méthodes par lesquelles on peut arriver à la détermination du groupe de transformations d'une équation différentielle linéaire. — M. **R. Bourgeois** présente les résultats des travaux topographiques exécutés par le Service géographique du Corps expéditionnaire de Madagascar pendant la campagne de 1895. — M. **D.-A. Casalonga** adresse une note sur le mouvement de rotation lunaire. — M. **Delauney** adresse une note sur les périhélies des planètes. — M. **Labergère** adresse un mémoire sur la Géométrie du triangle.

2° Sciences physiques. — M. **G. Darzens**, dans le but de vérifier la loi des états correspondants, a fait l'essai suivant : Si l'on porte sur une feuille quadrillée $\frac{T}{T_c}$ en abscisse et $\frac{M\lambda}{T}$ en ordonnée, chaque mesure de λ (chaleur latente de vaporisation) se trouve représentée par un point et ces différents points, appartenant, soit à un même corps, mais à des températures différentes, soit à des corps différents, devront se placer suivant une courbe continue, ou plutôt suivant une zone étroite si la loi des états correspondants est exacte. En opérant ainsi, l'auteur a constaté que la loi est inexacte si l'on veut réunir tous les corps ensemble, et cela même aux environs du point critique. Mais il est possible de former des groupes de corps où cette loi se vérifie, au contraire, d'une façon très satisfaisante. — Les clichés radiographiques ordinaires présentent deux sortes d'inconvénients : 1° Les trois dimensions de l'objet sont réduites à deux et l'image ne présente pas de relief; 2° la faible distance qui sépare le tube producteur de rayons X de la plaque sensible entraîne souvent une déformation de l'image. MM. **T. Marie** et **H. Ribaut** proposent, pour remédier à ces inconvénients, de faire de la radiographie stéréoscopique ; ils indiquent les conditions dans lesquelles la méthode stéréoscopique peut être appliquée et présentent les épreuves qu'ils ont obtenues. — M. **C. Gros** adresse une note sur un commutateur électrique manœuvrable à distance. — M. **Foveau de Courmelles** adresse une note sur l'autoradioscopie. — MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens** ont constaté qu'en faisant passer de l'éthylène sur du nickel (obtenu en réduisant l'oxyde par l'hydrogène) chauffé vers 300°, le métal foisonne en donnant une matière noire volumineuse; cette matière noire est du charbon; les gaz qui sortent de l'appareil ne renferment plus d'éthylène; ils sont constitués par du méthane et de l'hydrogène. — MM. **G. Urbain** et **E. Budischovsky** ont étudié les sables monazités; après séparation du didyme, ils ont converti les terres restantes en acétylacétonates, dont ils ont fait la cristallisation fractionnée dans l'alcool et dans le benzène; ils ont obtenu diverses portions de poids atomiques variant de 95 à 142 et des eaux-mères plus lourdes dont ils continuent l'étude. — M. **A. Mermet** a constaté qu'une solution faible de permanganate de potasse acidulée par l'acide azotique se décolore sous l'influence de traces d'oxyde de carbone; la décoloration est accélérée en présence d'azotate d'argent. — M. **G. Blanc** a traité le chlorure de l'acide isolauronolique par le zinc-méthyle et a obtenu un corps $C^{10}H^{16}O$, isomère du camphre; ce corps, par réduction, donne un alcool $C^{10}H^{18}O$ et un corps $(C^{10}H^{17}O)^2$. — MM. **Georges Claude** et **Albert Hess** signalent un nouveau mode d'emmagasinement de l'acétylène; il consiste à dissoudre ce gaz dans l'acétone; à la pression ordinaire et à 15°, l'acétone dissout 25 fois son volume d'acétylène; sous 12 atmosphères, 1 litre d'acétone dissout 300 volumes de gaz; si la température s'élève à 50°, la pression double, tandis que pour l'acétylène liquide, elle triple pour une élévation de température bien moindre. On pourra donc employer des récipients à parois plus minces; les dangers et les dégâts d'explosion en seront de beaucoup diminués.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Chauveau** montre que si un travail mécanique, de cause purement extérieure, est exécuté automatiquement, sans dépense supplémentaire d'énergie intérieure, par des muscles en état de contraction statique, le travail positif diminue et le travail négatif augmente l'échauffement musculaire résultant de la dépense d'énergie intérieure. — M. **Ph. van Tieghem** présente un mémoire sur les Phanérogames où il propose une nouvelle division de cet embranchement; il appelle *Séminées* les plantes phanérogames dont le fruit renferme plusieurs corps distincts ou *graines*, pouvant être séparés facilement et donnant chacun naissance à une nouvelle plante ; *Inséminées* celles dont le fruit ne contient pas de graines et doit être soumis tout entier à la germination pour produire une ou plusieurs plantes nouvelles, suivant qu'il renferme un ou plusieurs embyrons. Par la considération des ovules, des nucelles et des téguments de la nucelle, l'auteur divise ensuite les Séminées en *Bitegminées et Unitegminées*, les Inséminées en *Bitegminées, Unitegminées, Integminées, Innucellées* et *Inovulées*. — M. **A. Lacroix** a étudié la constitution minéralogique de l'île de Polycandros (Archipel) ; les parties les plus intéressantes sont les assises de l'île, formées par une succession de chloritoschistes, de micaschistes et de calschistes. — M. **L. de Launay** étudie le rôle des phénomènes d'altération superficielle et de remise en mouvement dans la constitution des gîtes métallifères. — M. **P. Termier** montre que l'appauvrissement graduel en chaux des roches éruptives basiques de la région du Pelvoux est dû à l'action des eaux superficielles. Ces eaux, au contact des granites et des gneiss, s'enrichissent en silicates alcalins qui déplacent la chaux dans les roches basiques qu'ils rencontrent.

Séance du 29 Mars 1897.

La Section d'Astronomie présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Tisserand : en première ligne, MM. **Bigourdan, Perrotin, Radeau** ; en deuxième ligne, MM. **Deslandres, Maurice Hamy, Puiseux.**

1° Sciences mathématiques. — M. **Brioschi** présente un mémoire sur la transformation des équations algébriques ; il donne l'application de la formule de

M. Hermite aux équations du septième degré. — M. C. Guichard démontre que les congruences *associées* jouissent des propriétés suivantes : 1° les réseaux conjugués découpés par les développables sur les congruences se correspondent; 2° si l'une des deux congruences est une congruence de normales à une surface, il en est de même de l'autre. Les surfaces correspondantes ont, aux points correspondants, les mêmes rayons de courbure; 3° si les développables de l'une des congruences correspondent aux lignes de courbure d'une focale de cette congruence, il en est de même pour la congruence associée. — M. Jules Beudon indique une extension de la notion de caractéristique aux équations aux dérivées partielles d'ordre supérieur et à plus de deux variables indépendantes. — M. E. Borel montre qu'on peut, dans certains cas, rendre déterminé le problème indéterminé de l'interpolation au moyen d'une condition d'inégalité, mais cela n'est possible que si les données elles-mêmes vérifient des conditions du même genre. — M. E. Goursat rappelle qu'il a déjà énoncé, en 1883, plusieurs des propositions établies récemment par M. Moutard sur les différentielles successives d'une fonction de plusieurs variables indépendantes. — M. Mengin a constaté que l'aluminium, l'acier-nickel, le métal Delta, le laiton soumis à des efforts obéissent aux mêmes lois générales que l'acier, c'est-à-dire que la déformation ne se propage pas progressivement d'un point à tous les points voisins, mais qu'elle se fait par ondulations, en se subdivisant en zones discontinues, géométriquement déterminées d'après des lois déterminées.

2° Sciences physiques. — M. A. Potier étudie théoriquement l'influence de la répartition des circuits induits sur le fonctionnement des moteurs asynchrones. — M. Jagadis Chunder Bose présente un appareil qui produit des radiations électriques de très courte longueur d'onde et permet de reproduire les expériences de Hertz sur l'analogie des ondes électromagnétiques et des ondes lumineuses : réflexion, réfraction, diffraction, polarisation. — M. H. Deslandres a étudié les actions mutuelles des électrodes et des rayons cathodiques dans les gaz raréfiés. Il a constaté que, lorsque, dans le voisinage d'une cathode, on a un corps conducteur ou isolant qui est pris comme anode ou est isolé, tout se passe comme si les rayons cathodiques étaient attirés. L'action mutuelle des rayons et des cathodes se produit seulement lorsque les rayons se pénètrent. — MM. Berthelot et André ont étudié au point de vue thermochimique les divers modes de dédoublement des glucoses : 1° en alcool et acide carbonique; 2° en acide lactique; 3° en acide lévulique, acide formique et eau. Tous trois sont exothermiques et n'exigent pour s'accomplir la consommation d'aucune énergie étrangère. — M. C. Friedel a analysé des matières grasses trouvées dans des tombes égyptiennes d'Abydos. Un premier échantillon contenait de l'acide palmitique, un glycéride et un mélange d'acides de la série succinique; on se trouvait probablement en présence d'huile de palme, qui pendant sa longue conservation s'était saponifiée en partie, la glycérine s'étant oxydée ensuite en acides de la série succinique. Un deuxième échantillon contenait de l'acide stéarique et un peu de glycéride; c'était sans doute du suif de bœuf ou de mouton. Un troisième échantillon contenait environ la moitié de cendres; c'était le reste de gâteaux de raisin dont la matière organique avait été détruite par une combustion lente. — M. H. Moissan a analysé la croûte noire qui se forme sur le diamant lorsqu'il est soumis au bombardement moléculaire dans l'intérieur du tube de Crookes; cette matière noire n'est autre chose que du graphite, lequel n'a pu se former qu'à une température d'environ 3.000°. — M. A. Besson a préparé les chlorobromures stanniques : 1° par l'action lente de l'acide bromhydrique sec sur le chlorure stannique à 0°; 2° par l'action du brome sec sur le chlorure stanneux anhydre dilué dans un corps inerte (CCl^4) à 0°. On obtient un mélange de chlorobromures qu'on peut séparer par distillation fractionnée sous 3 centimètres de pression, puis par solidification fractionnée. — M. H. Pélabon a étudié les conditions de la combinaison directe du soufre avec l'hydrogène. Elle commence à 215°; elle s'effectue d'autant plus vite que la température est plus élevée; la quantité d'hydrogène sulfuré formé croît avec la température; à partir de 440°, la combinaison de l'hydrogène et du soufre se trouve limitée par la réaction inverse. — M. Boleslas Epstein, en faisant réagir le brome sur le monobromopropionate d'éthyle, a observé un dégagement considérable de gaz bromhydrique; en opérant avec l'acétate d'éthyle, M. Crafts n'avait constaté aucun dégagement de gaz. — M. Bouffard a étudié les propriétés de l'oxydase qui produit la casse des vins; si on chauffe le vin à 60°, l'oxydase est détruite, mais la nature chimique du milieu a ici une influence sur la température de chauffe, car si l'on extrait l'oxydase, et qu'on la redissolve dans l'eau pure, il faut alors la chauffer jusqu'à 72° pour la détruire. L'acide sulfureux agit directement sur l'oxydase et en détruit les propriétés oxydantes. — M. Balland a analysé des échantillons de seigle récolté en France en 1895 et 1896; les matières grasses et azotées y sont en proportions notablement moindres que dans le blé; les autres éléments ne diffèrent pas sensiblement.

3° Sciences naturelles. — M. Ph. van Tieghem étudie les Inséminées sans ovules, formant la subdivision des Inovulées ou Loranthinées. D'après le caractère des fleurs, il divise ce groupe en Loranthiales et Viscales, puis ces deux subdivisions chacune en cinq familles, dont il donne les caractères principaux. — M. Maxime Cornu indique une méthode nouvelle destinée à mesurer l'émission d'eau liquide par les végétaux; elle est fondée sur l'enregistrement électrique de la chute directe des gouttes d'eau. — M. Joannes Chatin a rencontré, dans le tissu lacunaire d'un certain nombre de Lamellibranches, des cellules particulières qui se distinguent aisément des éléments voisins par leurs dimensions comme par leur aspect; il établit que ces cellules ne sont autre chose que des clasmatocytes semblables à ceux que M. Ranvier a, le premier, fait connaître chez les Vertébrés. — MM. E.-L. Bouvier et H. Fischer ont étudié un des exemplaires de Pleurotomaires recueillis par M. Agassiz dans la campagne du *Blake;* les auteurs concluent que les Pleurotomaires présentent le premier stade d'une concentration ganglionnaire qui s'accentue de plus en plus à mesure que l'on s'élève dans le groupe des Mollusques. — MM. André Broca et Ch. Richet ont constaté que la période réfractaire et la synchronisation des oscillations nerveuses se produisent avec des oscillations rythmées autres que les excitations électriques, par exemple des excitations mécaniques. — M. C. Delezenne montre qu'il existe dans les vaisseaux sanguins des nerfs vaso-sensibles qui sont excités par les variations brusques de pression sanguine et transmettent cette excitation aux nerfs des vaisseaux voisins pour produire par leur moyen des variations de la pression sanguine. — M. A. Bickel a constaté que l'application de la bile concentrée ou des sels biliaires sur la surface du cerveau provoque, chez certains animaux, des phénomènes cérébraux divers caractérisés surtout par des convulsions et de la perte de connaissance accompagnées de salivation. — M. E. Roze a examiné des échantillons de pommes de terre (variété *Quarantaine de la Halle*) qui devenaient en partie jaunâtre et brunâtre après la cuisson; ces altérations sont dues au *Pseudocommis vitis* Debray, myxomycète décrit sur la vigne par M. Debray. — M. F. Garrigou présente deux radiographies d'un homme et d'une femme, montrant le tronc et le bassin, et obtenues avec un grand focus Ducretet. Sur l'écran radioscopique, on voyait les mouvements du cœur et le jeu de la respiration. — M. Martin-Dürr envoie deux radiographies du thorax entier, montrant l'une un poumon sain, l'autre un poumon avec indurations. — M. L. de Launay étudie la forme profonde des amas filoniens de fer; les grands amas de

fer sulfuré sont toujours dans les schistes, les grands amas de fer carbonaté dans les calcaires. Les amas de fer carbonaté partiellement oxydé à la surface se trouvent toujours dans des régions accidentées.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Mars 1897.

L'Académie continue et termine la discussion de la question de l'assainissement de l'industrie des allumettes. M. **Magitot** donne lecture de deux lettres du directeur d'une des plus importantes fabriques d'allumettes actuelles, lequel déclare se rattacher complètement à la thèse soutenue par M. Magitot. M. **Bouchardat** soutient les conclusions de M. Magitot, M. **Lereboullet**, celles du rapporteur, M. Vallin. Puis on vote; l'amendement de M. Magitot est repoussé; les conclusions de M. Vallin sont adoptées à l'unanimité moins deux voix. — M. **P. Berger** fait un rapport sur un travail de M. **Luc**, relatif à l'ablation d'un sarcome du sinus frontal.

Séance du 9 Mars 1897.

M. **Paul Berger** présente d'ingénieux appareils, construits par M. le Dr **Goldenstein**, pour servir de charpente aux parties molles du nez dans les restaurations de cet organe, nécessitées par des destructions ayant porté principalement sur le squelette. — M. **Le Dentu** donne la description de quarante cas de divisions acquises ou congénitales du palais, traités par la staphylorraphie, l'urano-staphylorraphie et l'opération du bec-de-lièvre. — M. **Péan** communique un cas de restauration anaplasique de l'urètre, du vagin, de la vessie et du rectum, fait à la suite d'une déchirure complète du périnée résultant d'une application violente du forceps. — M. **Péan** signale un cas de fibro-sarcome de la région ischio-pubienne remplissant le bassin, et enlevé par la voie pubio-vulvo-périnéo-vagino-sacrée à l'aide de la méthode de morcellement. — M. **Péan** présente une épreuve radiographique montrant la présence d'une balle dans le rocher et ayant permis l'extraction rapide de cette balle. — M. **Dieulafoy**, après examen d'un assez grand nombre de cas, croit pouvoir formuler les conclusions suivantes : Il y a une lithiase intestinale, comme il y a une lithiase biliaire et une lithiase urinaire; elle peut être formée de sable, de gravier et même de calculs composés de matières organiques e inorganiques. La lithiase intestinale est très souvent accompagnée d'entéro-colite muco-membraneuse. Au point de vue de sa pathogénie, elle fait souvent partie de la diathèse goutteuse; il y a une gravelle intestinale diathésique au même titre qu'une gravelle urinaire et biliaire. La lithiase intestinale donne lieu à des crises abdominales fort douloureuses, suivies de l'émission de sables ou de graviers. — M. **A. Manouvriez** rapporte quatre cas d'intoxication aiguë accidentelle par les vapeurs nitreuses résultant de l'échauffement spontané d'un engrais artificiel composé de nitrate de soude, de lignite pyriteux et de déchets de laine gras. Deux ouvriers, qui avaient respiré les vapeurs en plus grande quantité, furent pris de troubles divers qui se terminèrent par la mort au milieu d'atroces souffrances; à l'autopsie, le sang était acide et profondément altéré. — M. le Dr **Routier** communique une observation de grossesse extra-utérine à terme avec fœtus retenu pendant trois mois environ; l'ablation totale du kyste fœtal avec l'hystérectomie abdominale furent suivies de la guérison.

Séance du 16 Mars 1897.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants étrangers dans la Division de Médecine. MM. **Emilio Coni** (de Buenos-Ayres) et **Janssens** (de Bruxelles) sont élus. — M. **Joannes Chatin** présente un rapport sur un mémoire du Dr **Mangenot**, concernant une observation de fièvre typhoïde, d'origine ostréaire, suivie de mort. Le rapporteur fait ressortir la nécessité de l'alimentation des parcs à huîtres avec de l'eau de mer pure et non stagnante; si tel n'est pas le cas, les huîtres suspectes doivent, avant la consommation, être placées durant une semaine dans l'eau de mer courante et pure. — M. **V. Cornil** explique le rôle de la fibrine exsudée à la surface des organes dans les inflammations des séreuses et du tissu conjonctif. — M. **Paul Reclus** signale cinq cas d'appendicite consécutifs à une entéro-colite; d'après lui, l'entéro-colite est une des trois causes principales de l'appendicite. Le mucus et le pus provenant de l'inflammation de l'intestin viennent stagner dans l'appendice et favoriser la pullulation de germes pathogènes. — M. le Dr **Malherbe** lit un mémoire sur l'évidement pétro-mastoïdien appliqué au traitement chirurgical de l'otite sèche.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 6 Mars 1897.

M. **Ch. Féré** présente un coq, portant sur la peau des tumeurs qui se sont développées à la suite de greffes blastodermiques datant d'un an. — MM. **Abelous** et **Biarnès** ont constaté l'existence, chez la langouste, d'un ferment soluble ou oxydase, qui bleuit la teinture de gaïac. — M. **P. Mégnin** présente un acarien, l'*Olothymus coccinella*, qui vit en parasite sur les canards de l'île Maurice et qui peut également déterminer une affection parasitaire chez l'homme. — MM. **Veillon** et **Zuber** ont recherché les microbes qui se trouvent dans les abcès et les suppurations fétides; ce sont des microbes anaérobies qui ne se développent pas sur les milieux ordinaires de culture. — M. **Achard** a étudié expérimentalement le pouvoir agglutinant du sérum de nouveau-nés dont les mères jouissaient de cette propriété. Lorsque le pouvoir de la mère est faible, le placenta ne le laisse généralement pas passer; mais lorsque les inoculations aux mères sont répétées, la barrière offerte par le placenta est d'autant moins efficace. — M. **U. Guinard** a fait l'examen histologique d'une tumeur du sein et y a reconnu deux variétés : un carcinome glandulaire et un carcinome malpighien.

Séance du 13 Mars 1897.

M. **Dejerine** signale deux cas de maladie de Little et donne la description des coupes du cerveau et de la moelle qu'il a faites à l'autopsie. — M. **Josué** montre que l'appendicite ne se produit pas seulement par obstruction du canal appendiculaire: il a pu reproduire des lésions de cet organe par inoculation intra-veineuse de toxine du streptocoque isolé par M. Charrin sur des lapins atteints d'appendicite. — M. **Thiroloix** a observé chez deux malades, atteints de rhumatisme articulaire, le bacille anaérobie décrit par M. Achalme. — M. **Achalme** signale un autre cas où il a également retrouvé ce bacille. — M. **H. Roger** montre que, pour qu'il se produise des fausses membranes, il n'est pas nécessaire qu'il existe une lésion de la muqueuse et des bacilles diphtériques vivants; la simple injection de toxine diphtérique dans le larynx amène la production de ces fausses membranes. — M. **L. Lévy** a fait l'autopsie d'une malade morte de la maladie osseuse de Paget. Il a trouvé une sclérose d'origine vasculaire diffuse s'étendant sur diverses parties de la moelle; mais ces lésions caractérisent plutôt la moelle sénile que la maladie de Paget. — M. **Courmont** envoie une note dans laquelle il montre que le sérum de Marmorek n'immunise pas le lapin contre le streptocoque de l'érysipèle. — M. **Dastre** montre que la transformation de la bilirubine en biliverdine est un processus d'oxydation, qui a lieu grâce à la présence d'une oxydase. La chaleur et la lumière sont nécessaires à la transformation.

Séance du 20 Mars 1897.

M. **N. Gréhant** présente un nouvel appareil, le myodynamomètre, avec lequel il mesure la force des

muscles. Ainsi le muscle gastro-cnémien de la grenouille peut soulever un poids de 700 à 1.000 grammes; l'hydrogène, l'acide carbonique, l'oxyde de carbone, le curare, ont peu ou pas d'effet sur le muscle; seule, la vératrine produit un abaissement marqué de force. — M. **Péron** rapporte l'observation d'un malade qui présentait un abcès du cou, dû à un streptocoque peu virulent; l'abcès n'ayant pas été évacué produisit, au bout de trois semaines, du purpura, des accidents cholériformes, et le malade mourut. — MM. **Garnier** et **Gilbert** ont constaté que beaucoup de paralytiques meurent de la tuberculose; ce fait n'est pas étonnant, la suppression de l'énergie des masses musculaires entraînant une déchéance vitale énorme. — M. **E. Retterer** présente ses études histologiques sur le développement des follicules clos, qui lui paraissent naître d'invaginations épithéliales. — M. **Denigès** adresse une note sur l'urobiline.

Séance du 27 Mars 1897.

M. **Boureau** (de Tours) a découvert un nouveau réactif des albumines qui permettra d'établir une distinction précise entre les cas d'*albuminurie vraie* (émission d'albumines coagulables par la chaleur) et de *peptonurie* (émission d'albumines solubles à chaud). Le nouveau réactif (acide oxyphénylsulfureux tenant en dissolution un tiers d'acide sulfosalicylique) précipite les albumines coagulables par la chaleur et n'agit pas sur les peptones. — MM. **J. de Nittis** et **A. Charrin** ont étudié diverses altérations du foie et de la rate survenues chez des animaux à la suite de l'injection de produits microbiens, séreux ou urinaires. — M. **Lemoine** a étudié la pulpe vaccinale glycérinée et y a trouvé deux sortes de microbes : les uns (staphylocoques) sont les agents de la suppuration vaccinale ; les autres sont accidentels et peuvent être évités avec quelques précautions. On peut se débarrasser des staphylocoques par un chauffage à 30°, pendant 24 heures, qui n'altère pas les propriétés vaccinantes. — M. **Capitan** présente un enfant obèse, âgé de 4 ans et 4 mois et pesant 51 kilos; tous les organes sont normaux. — M. **Josué** décrit les modifications de la moelle osseuse qu'il a observées à la suite de l'infection streptococcique. — M. **A. Laveran** décrit les altérations des hématies qu'il a observées dans le sang d'un malade atteint de fièvre bilieuse hématurique suivie de fièvre continue; ces altérations diffèrent de celles qu'on rencontre dans le sang des paludiques. — M. **Charrin** présente des tracés du cœur chez des animaux intoxiqués pris à l'aide du cardiographe de M. Bardier. — M. **A. Giard** adresse une note sur la régénération chez les Annélides.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Mars 1897.

M. **Darzens** a étudié *les chaleurs latentes de vaporisation* au point de vue de *la loi de van der Waals*. Le savant hollandais a établi, comme une conséquence de son équation caractéristique, la relation :

$$\frac{M\lambda}{T_c} = f\left(\frac{T}{T_c}\right)$$

dans laquelle λ désigne la chaleur latente de vaporisation d'un liquide de poids moléculaire M, et f une fonction qui est la même pour tous les corps. On peut, en appliquant simplement le théorème des états correspondants, retrouver cette équation, que M. Darzens met sous la forme un peu différente :

$$\frac{M\lambda}{T} = \varphi\left(\frac{T}{T_c}\right).$$

Si cette relation est vraie, les courbes qui ont pour abscisses $\frac{T}{T_c}$ et pour ordonnées $\frac{M\lambda}{T}$ seront les mêmes pour tous les corps. M. Darzens a tracé d'abord ces courbes pour Az^2O et CO^2 d'après les valeurs de u et u' déterminées par MM. Cailletet et Mathias ; elles sont très voisines l'une de l'autre et ont un point d'intersection qui leur est commun avec la courbe qu'on trace en partant des valeurs déterminées par M. Amagat, laquelle se trouve toujours entre les deux premières. La courbe de SO^2 pour des températures réduites plus basses, se place à peu près dans le prolongement. Les ordonnées des points représentatifs du benzène, du toluène, du trichlorure de phosphore, du chlorure de méthyle, etc., diffèrent pour une même abscisse de moins de 2 °/₀. Les alcools donnent des courbes très voisines entre elles mais placées beaucoup plus haut. L'éther, d'après Regnault, se place près de l'eau dans une région intermédiaire ; d'après les résultats de MM. Ramsay et Young, il se rapprocherait beaucoup de CO^2 et Az^2O. Le sulfure de carbone se place beaucoup plus bas que tous les autres corps. Le théorème des états correspondants est donc loin d'être vérifié ; au point critique, les courbes ont une tangente commune perpendiculaire à l'axe des T ; mais à partir de ce point, elles se séparent très rapidement. M. Trouton a trouvé, comme résultat de l'expérience, que la quantité $\frac{M\lambda}{T}$ a sensiblement la même valeur pour un grand nombre de corps à la température T d'ébullition normale ; M. Darzens a constaté que le rapport $\frac{T}{T_c}$ a des valeurs peu différentes pour tous ces corps. — M. **E.-H. Amagat** indique une *règle* tirée des propriétés des fonctions homogènes, *qui permet d'écrire* immédiatement *toutes les formules* que l'on peut déduire du théorème des états correspondants. Si un coefficient C est fonction homogène $f(p, v, t)$ et si p_1, v_1, t_1 sont les constantes critiques, on peut écrire :

$$C = f(p, v, t) = p_1^m v_1^n t_1^s f\left(\frac{p}{p_1}, \frac{v}{v_1}, \frac{t}{t_1}\right)$$

et par suite

$$\frac{C}{C'} = \frac{p_1^m v_1^n t_1^s}{p'^m_1 v'^n_1 t'^s_1}$$

solution à laquelle on joindra l'égalité

$$\frac{pv}{T} = \frac{p'v'}{T'}.$$

On montre aisément que la forme des relations ne change pas, si p_1, v_1, t_1 p'_1, v'_1, t'_1 définissent deux points correspondants quelconques. M. Amagat pense que la courbe vraie de l'éther doit se rapprocher de celle de CO^2 ; c'est ce que montrent ses études sur les états correspondants et sur la pression intérieure. — M. **Fournier** présente un *récipient de sûreté destiné à contenir des gaz liquéfiés*. Cet appareil se distingue par son robinet pointeau et sa soupape de sûreté. Les pièces du pointeau sont simplement pressées les unes contre les autres et l'ouverture peut se faire sans clé ; le mouvement d'une bague qui, par l'écrasement d'une rondelle de plomb, assure la fermeture absolue, est également commandé par un écrou qu'on fait facilement mouvoir à la main. Les mouvements de la soupape de sûreté sont solidaires du déplacement de l'extrémité d'un tube recourbé fixé à la partie supérieure du récipient et qui se déforme sous la pression du fluide qu'il contient. Les causes d'explosion les plus fréquentes : dégagement de chaleur par frottement des pièces du robinet et excès de pression, sont ainsi évités. M. Fournier place sur deux récipients des becs à acétylène qui fonctionnent avec la plus grande régularité. — M. **Cailletet** présente le *phonographe à haute voix* de M. **Lioret** ; il rappelle en quelques mots l'historique de la question, depuis le phonautographe de Scott, jusqu'au projet de « paléophone » de Ch. Cros, qui a précédé de quelques mois le premier appareil d'Edison. M. Lioret a pensé que les défauts du phonographe tiennent à ce qu'il est impossible d'obtenir une pression notable du style sur le cylindre sans détruire l'inscription ; il s'est adressé à une substance très dure, le celluloïd, qu'on ramollit, pendant la réception, au moyen d'alcool qui s'évapore ensuite. La

membrane vibrante est métallique et porte, dans l'appareil inscripteur, une pointe de saphir; dans l'appareil reproducteur cette pointe est mousse et la pression qu'elle exerce sur le cylindre est de 25 grammes. M. Lioret fait répéter à l'appareil plusieurs airs, chansons ou romances, qui sont entendus de toutes les personnes présentes. C. Raveau.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

SECTION DE NANCY

Séance du 17 Mars 1897.

M. A. Haller, poursuivant ses études sur l'action des aldéhydes sur le camphre sodé, a préparé les paraméthoxybenzylidène et métaméthoxybenzylidène camphres en partant des aldéhydes anisique et métaméthoxybenzoïque. Ces composés, isomères avec le méthylsalicylidène camphre, constituent, le premier de très beaux cristaux orthorhombiques, le second, soit des houppes soyeuses, soit des prismes. Leurs constantes physiques sont données par le tableau I. Ces composés, réduits au moyen de l'amalgame de sodium, ont donné naissance aux dérivés benzyliques correspondants. L'anisylecamphre cristallise en beaux prismes orthorhombiques fondant à 71°, très solubles dans l'alcool, l'éther et la plupart des solvants organiques; $\alpha_D = +124°$ dans l'alcool. Le métaméthoxybenzyle camphre est une huile incristallisable jusqu'à présent et qui distille entre 205 et 206° sous une pression de 10 millimètres. Le pouvoir rotatoire de ce dernier ($\alpha_D = +147°$ dans l'alcool) nous semble encore trop élevé et comme il ne cristallise pas, il est possible qu'il renferme encore quelque peu de dérivé benzylidénique. Tous ces composés sont inodores, bien que leurs composants aient une odeur plus ou moins parfumée. — **M. H. Petit** : *Sur un hydrate de carbone contenu dans la bière.* La bière, déféquée au sous-acétate de plomb, l'excès de plomb étant éliminé par H^2S, fournit par précipitation à l'alcool une matière blanche, se desséchant à 100° sans altération, mais qui brunit au contact de l'eau. Les constantes du produit sont $(\alpha)_D = +149°8$, R = 13,4 en maltose; elle contient 3,63 °/₀ de pentoses, et la composition élémentaire répond sensiblement à un mélange de 96 °/₀ de dextrine $C^6H^{10}O^5$ et 4 °/₀ de pentoses; son poids moléculaire est 1039 à la méthode cryoscopique, répondant à l'achroodextrine II de Lintner. Son inversion par l'acide HCl n'est complète qu'après 3 heures et le pouvoir rotatoire limite est + 30°8. Le liquide inverti donne outre la glucosazone, une osazone se déposant par refroidissement et fondant à 165°. Le liquide inverti a un pouvoir réducteur de 70,4 °/₀ en glucose. Il est donc certain qu'on a affaire à un sucre complexe, donnant par inversion du glucose et un biose, fait déjà observé pour le mélitriose. Cette étude est continuée. — **M. P.-Th. Muller** a étudié, au moyen de la conductibilité électrique, les constantes d'affinité de certains composés *isonitrosés* rendus acides par l'introduction du radical négatif CAz (éthers isonitrosocyanacétiques CAz — C = AzOH — CO^2R). Il a reconnu qu'en remplaçant R par les trois premiers radicaux hydrocarbonés, l'acidité ne diminue notablement qu'en passant du dérivé en CH^3 (K = 0,00315) au dérivé en C^2H^5 (K = 0,00228); de même lorsqu'on passe de l'acide acétique (K = 0,00180) à l'acide propionique (K = 0,00134). Ensuite, la variation est faible dans les deux cas (dérivé propylé K = 0,00230, acide butyrique normal K = 0,00152, acide isobutyrique K = 0,00143). Dès qu'on aura réussi à préparer à l'état de pureté les composés en C^4H^9 et C^5H^{11}, on continuera la comparaison. Jusqu'à présent on peut dire que l'influence des radicaux hydro-carbonés sur l'acidité du groupement = AzOH est la même que sur l'acidité du carboxyle — COOH. — **MM. Guntz** et **Férée** ont obtenu des cristaux d'amalgame de strontium $Hg^{14}Sr$ par électrolyse d'une solution concentrée de chlorure de strontium avec une cathode de mercure. Le courant employé avait une grande densité : 60 ampères pour 10 centimètres carrés de surface de la cathode. Par compression à la main dans une peau de chamois on obtient l'amalgame $Hg^{14}Sr$; ce dernier, soumis à une pression de 200 kilos par cc^2 donne un nouvel amalgame $Hg^{14}Sr$. Ces cristaux, déterminés par M. Minguin, offrent l'aspect de certains cristaux de grenats. Ce sont des cubes modifiés sur les arêtes par des troncatures tangentes conduisant au dodécaèdre rhomboïdal. — **M. Minguin** montre que les phtalates acides de bornéols stéréoisomères cristallisent isomorphiquement. Ces résultats sont identiques à ceux qu'il a obtenus avec les différents succinates neutres de bornéols[1]. On peut donc penser que dans les composés des camphols l'orientation différente des radicaux autour des deux carbones asymétriques n'a pas d'influence sensible sur la direction d'attraction mutuelle des molécules chimiques et par conséquent sur la symétrie de la molécule cristalline résultant de la position d'équilibre d'un certain nombre de molécules chimiques. Ces molécules cristallines étant identiques pour tous les stéréoisomères se déposeront alors sur le même réseau. M. Minguin indique ensuite les constantes cristallographiques du phtalate acide de bornéol droit α et du phtalate acide de bornéol gauche α. Cristallisés dans le benzène, ce sont des prismes orthorhombiques de 106°42′ dans lesquels h = 698,9 pour b = 1000. Les faces observées sont g, h, α, e_2, b $\frac{1}{2}$. Après avoir observé une centaine de cristaux de phtalate droit α et de phtalate gauche α, M. Minguin se croit en présence d'hémiédrie plagièdre (b $\frac{1}{2}$ étant la facette hémiédrique) bien qu'il ait trouvé deux ou trois cristaux possédant des facettes droites et gauches sur lesquelles il reviendra plus tard. De plus, à peu près tous les cristaux semblent formés par l'accolement d'un grand nombre d'individus suivant g_1 de façon à faire naître une sorte d'escalier à la partie supérieure et inférieure du cristal dans le sens de l'orientation que nous avons adoptée.

Tableau I

C^8H^{10} < C = $CHC^6H^4OCH^3$ / CO	POINTS DE FUSION	POUVOIRS ROTATOIRES dans l'alcool	POUVOIRS ROTATOIRES dans le toluène
Paraméthoxybenzylidène camphre	125°	$\alpha_D = +192°$	$\alpha_D = +468°$
Métaméthoxybenzylidène camphre	50-52°	$\alpha_D = +102°$	$\alpha_D = +307°,55'$

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

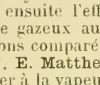
M. Beckit-Burnie : *Les propriétés thermoélectriques de quelques métaux liquides.* Ces expériences ont eu pour but de déterminer l'effet de la fusion sur les propriétés thermo-électriques de quelques métaux. Le métal à examiner est contenu dans un tube de verre en forme de W, dont une partie peut être refroidie et l'autre partie chauffée; une partie contient le métal solide, l'autre le métal fondu. Des fils de cuivre sont plongés dans chaque partie et le tout est relié à un

galvanomètre. Les jonctions thermiques sont donc : cuivre-métal chaud et cuivre-métal froid. La température est mesurée au moyen d'un couple thermique calibré par un thermomètre à mercure. On dresse les courbes de la température et de la force électromotrice. On trouve que leur courbure dépend du degré de refroidissement ou d'échauffement des métaux. Cet effet peut être attribué à la variation de structure cristalline du métal à différents degrés de solidification; il est très marqué dans le bismuth, moindre pour l'étain, inappréciable pour le plomb. Aux environs du point de fusion, la courbure des courbes change considérablement; le bismuth, l'étain et le plomb se succèdent dans un ordre décroissant. Une grande modification s'observe aussi pour le mercure, ce qui indique une différence dans l'effet Peltier entre l'état liquide et l'état solide.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications récentes.

Lord Rayleigh F. R. S. n'a pu observer, contrairement à l'assertion de Davy, l'oxydation de l'azote gazeux durant l'électrolyse de l'eau dans laquelle il est dissous. Il examine ensuite l'effet de la pression sur l'oxydation de l'azote gazeux au moyen de l'étincelle électrique, les pressions comparées étant de 2, 1 et 1/2 atmosphère. — M. **F. E. Matthews** décrit de nouveaux appareils pour distiller à la vapeur. — M. **John J. Sudborough** par l'action du pentachlorure de phosphore sur la désoxybenzoïne a obtenu un chlorstilbène solide différent du corps huileux trouvé par Zinnin. — MM. **John J. Sudborough, Percy G. Jackson** et **Lorenzo L. Lloyd** publient leurs travaux relatifs à la saponification des dérivés substitués de la benzamide. — M. **O. Forster** a obtenu le dérivé méthylé de la camphoroxime par méthylation en tube scellé de cette substance au moyen de l'iodure de méthyle. Ce corps déjà décrit par Tiemann a pour formule :



L'action de l'acide nitrique sur la camphoroxime interrompue après quelques minutes donne naissance à la camphénylnitramine. — M. **Arthur W. Crossley** formule quelques critiques à l'adresse de la méthode décrite par Wechsler pour la séparation des acides gras. — M. **A Liversidge** a examiné un grand nombre d'échantillons de pépites et lingots d'or et de platine afin d'étudier leur nature cristalline. Il croit que la structure cristalline a été donnée par l'eau et pense que l'or a été déposé de ses solutions soit à la température ordinaire soit à une température élevée. — Le même auteur fait une deuxième communication sur la présence de l'or dans les dépôts naturels de sel et de plantes marines.

MM. **T. S. Dymond** et **F. Hughes** ont remarqué que, dans le traitement d'une solution d'acide sulfureux par le permanganate, la décoloration du permanganate cesse de se produire lorsque 89 % de la quantité calculée de ce corps a été absorbée pour l'oxydation de l'acide sulfureux en acide sulfurique. Ce fait est dû à la formation d'un acide dithionique. La proportion de cet acide est constante et n'est influencée ni par la dilution, ni par la température de la solution. — M. **J. Norman Collie** : Sur la formation des dérivés pyridiques du β amidocrotonate d'éthyle. En chauffant à 120 degrés le chlorhydrate du β amidocrotonate d'éthyle, l'auteur a obtenu un éther de l'oxylutidine.

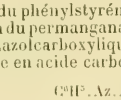
M. **A. W. Titherley** en étudiant les différentes réactions de la sodamine, a remarqué que c'est l'hydrogène de ce corps qui est actif, produisant de l'acide chlorhydrique avec les chlorhydrates organiques, de l'ammoniaque avec les amides, tandis que le groupe NaAz demeure plus ou moins intact fournissant parfois du cyanure de sodium ou le dérivé sodique d'une cyanamide. Une série de produits de substitution de la sodamine se forme par remplacement d'un ou de deux atomes d'hydrogène dans $NaAzH^2$. En faisant réagir ce corps sur les amines aromatiques on a la réaction suivante :

$$NaAzH^2 + RAzH^2 = NaAzHR + AzH^3 :$$

avec les amides aromatiques on a :

$$NaAzH^2 + RCOAzH^2 = NaAzH.CO.R + AzH^3.$$

— Dans une deuxième communication le même auteur décrit la rubidamide $RbAzH^2$. — M. **W. N. Hartley** F. R. S. et **Hugh Ramage** ont étudié au moyen de la spectrographie un grand nombre d'échantillons commerciaux de métaux préparés chimiquement et quelques minerais provenant des gisements de potasse de Stassfurt. Ils donnent la liste des éléments trouvés et croient que l'analyse spectrographique est appelée à rendre service dans l'industrie en décelant dans certains minerais la présence de métaux tels que le cuivre, le plomb, l'argent, le gallium, etc., dont on ne tient pas compte dans le travail industriel, et qui peuvent apporter par leur présence des modifications dans les métaux préparés. — MM. **James Walker** et **John S. Lumsden** publient leurs travaux sur les pressions de dissociation des hyposulfites d'ammonium, d'éthylammonium, et diméthylammonium. — M. **Francis Robert Japp** F. R. S. présente une rectification au sujet d'une publication faite par lui sur la condensation du benzyle avec l'alcool éthylique. — MM. **T. E. Thorpe** F. R. S. et **J. W. Rodger** : Etude de la viscosité de différents mélanges de liquides. — M. **H. Lloyd Snape** a recherché s'il était possible d'utiliser l'azoture de magnésium pour introduire l'azote à la place de l'oxygène, du chlore et autres éléments négatifs se combinant avec le chlore. Ses travaux ont porté sur l'action exercée par ce corps sur le chloroforme, le trichlorure de carbone, la benzaldéhyde; dans aucun cas il n'a obtenu le corps cherché. — MM. **Lloyd Snape** et **Arthur Brooke** : Sur l'identité de l'amarone de Laurent avec la tétraphénylazine. — M. **William French** : Etude des réactions des corps gazeux chimiquement purs en présence des agents catalytiques. — M. **S. Ruheman** publie la troisième partie de son travail sur la contribution à l'étude des acides β cétoniques. — La quatrième partie est publiée dans une deuxième communication en collaboration avec M. **A. S. Hemmy**. — M. **George Young** : L'oxydation du phénylstyrényloxytriazol en milieu alcalin, au moyen du permanganate de potasse produit l'acide phénxyloytriazolcarboxylique : $C^6H^5C^2Az^2(OH)CO^2H$ qui se décompose en acide carbonique et phényloxytriazol :



M. **A. G. Perkin** : Sur l'apiine et l'apigénine. — M. **J. W. Mallet** F. R. S. : Note sur la constitution des corps appelés iodures d'azote.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

8e ANNÉE N° 9 15 MAI 1897

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Discours sur Pasteur à la Société Chimique de Londres. — Le Professeur Percy Fankland, membre de la *Société Royale de Londres*, a été récemment chargé par la Société Chimique de Londres de la *Pasteur memorial Lecture*. L'éminent savant, voué, comme on sait, à la Microbiologie, s'est acquitté de cette tâche de la façon la plus heureuse : en un discours magistral il a retracé l'admirable vie et décrit l'œuvre immortelle de l'illustre Maître.

Savants récemment décédés. — Depuis l'apparition de notre dernière livraison, la Science a perdu :

1° Le Dr *Magitot*, membre de l'Académie de Médecine, qui avait conquis en Hygiène et en Chirurgie dentaires une place distinguée, et, sous l'impulsion de son maître Broca, avait utilement concouru au développement de l'Anthropologie en France;

2° M. *Léon du Pasquier*, professeur de Géologie à l'Académie de Neuchâtel, qui laisse d'importants travaux sur les phénomènes glaciaires en Suisse;

3° M. *Alfred Louis Olivier Descloizeaux*, membre de l'Académie des Sciences. La *Revue* consacrera prochainement une notice à la vie et à l'œuvre de l'éminent cristallographe et minéralogiste.

§ 2. — Physique générale

L'Hyperphosphorescence. — La dixième livraison de cette année du *Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaft zu Braunschweig* contient un important travail de MM. Elster et Geitel, qui confirme pleinement les découvertes récentes de notre compatriote M. H. Becquerel sur l'émission de radiations invisibles par certains sels d'uranium. Notamment, ils ont conservé ces sels à l'obscurité pendant plusieurs mois sans que ces substances aient jamais cessé d'émettre les radiations en question. Ces radiations, d'après les expériences des auteurs, ne semblent pas excitées par la lumière incidente. Il ne semble donc pas qu'on puisse les attribuer à une phosphorescence exaltée, à une « hyperphosphorescence », comme on l'a écrit. L'origine de l'énergie qu'elles dissipent est inconnue.

Sur quelques propriétés des gaz faradisés. — On sait, notamment par les belles expériences de M. J.-J. Thomson, que les gaz qui ont été traversés par des décharges électriques sans subir aucune modification de combinaison ou de polymérisation, offrent néanmoins des propriétés physiques très spéciales. Un physicien italien, M. E. Villari, vient de présenter à ce sujet à l'Académie Royale de Naples, un curieux mémoire. Ses expériences manifestent d'une manière particulièrement sensible ce fait qu'après le passage des étincelles électriques les gaz refroidissent les corps chauds plus vite qu'ils le faisaient avant d'avoir subi ces décharges, comme si celles-ci avaient rendu le fluide meilleur conducteur de la chaleur. Il en était ainsi lorsque le gaz oxygène, azote et surtout hydrogène agissait avant, puis après de fortes étincelles, sur une spirale de platine rougie par un courant électrique. Le pouvoir refroidissant *apparent* du gaz semblait accru de 10 °/o dans le cas des deux premiers gaz, et davantage dans le cas de l'hydrogène.

§ 3. — Électricité industrielle

L'Electrodialyse des jus sucrés. — Les difficultés économiques qu'a suscitées à la sucrerie française la concurrence étrangère ont très nettement démontré la nécessité de produire « en fabrique » c'est-à-dire dans les sucreries mêmes et non dans les raffineries, un sucre susceptible d'être livré directement au consommateur sous la forme et avec le degré de pureté auquel le public est habitué en France.

Sans doute notre sucre blanc, tel qu'il sort des sucreries, contenant 99,70 °/o de saccharose, est évidemment propre à la consommation; la meilleure preuve, c'est qu'un tel sucre est de vente courante en Angleterre. Mais en France, il est de toute nécessité, pour que notre café soit sucré, que nos morceaux de sucre affectent chacun une forme parallélipipédique ! Or, si, par nos procédés de cristallisation, nous pouvons produire de la saccharose chimiquement pure en cristaux réguliers, — et cela avec un rendement satisfaisant, — il n'en est plus de même lorsque nous cherchons, — nous, sucriers, — à produire du sucre en morceaux. Les rende-

ments sont si mauvais que tout le monde a dû y renoncer, et laisser ce privilège au raffineur. Or, l'on sait combien l'entremise de cet industriel est coûteuse [1].

La fabrication du sucre en morceaux exigeant des sirops très purs, le problème s'est donc posé de produire « en fabrique », c'est-à-dire dans les sucreries, des sirops aussi purs que ceux de la raffinerie. Etant donnée la complexité des matières contenues dans les jus de la betterave ou de la canne, le problème était difficile à résoudre; cependant une solution très élégante, fournie par l'électrodialyse, commence sinon à s'imposer, du moins à mériter très sérieusement l'examen.

Les premiers essais de traitement électrique des jus résidaient dans l'électrolyse simple, le liquide sucré étant l'électrolyte dans lequel plongeaient des électrodes de plomb ou de zinc. Les résultats ainsi obtenus étaient mauvais au point de vue de l'épuration: on avait remplacé l'oxyde de calcium, ordinairement employé, par l'oxyde de plomb ou l'oxyde de zinc, et ce changement ne semblait pas être avantageux. D'ailleurs aucune épuration minérale n'était venue compenser les frais d'installation et de force supplémentaire.

Il fallut recourir à l'emploi de cloisons poreuses permettant d'isoler en compartiment positif les acides, et en compartiment négatif les bases.

Le plus ancien de tous les procédés préconisés dans cet ordre d'idées est le procédé Maigrot et Sabates (1889). Bien qu'il n'ait pas donné de bons résultats industriels, il convient de le rappeler parce que c'est lui qui a ouvert la voie aux chercheurs; et, d'ailleurs, le dispositif employé par MM. Maigrot et Sabates a été conservé dans les deux procédés actuellement en usage: le procédé Javaux, Gallois et Dupont (1894), et le procédé Jin et Leleux (1895).

Le dispositif consistait en un appareil divisé en trois compartiments par deux cloisons poreuses.

Le liquide sucré occupait le compartiment du milieu; une première électrodialyse éliminait les alcalis, une seconde opération, les acides. Ce traitement était évidemment irrationnel, parce qu'en présence des acides restés libres après le premier traitement, il y avait une forte inversion du sucre. On a donc dû l'abandonner.

Le système Jin et Leleux qui, à notre connaissance, n'a pas encore fait ses preuves industrielles, consiste à traiter le jus sucré d'abord en épurant chaux et alumine combinées, pour précipiter une certaine quantité d'impuretés; puis par le courant d'électrolyse en compartiment négatif avec électrodes insolubles; on élimine ainsi les acides qui passent en compartiment positif; une deuxième électrodialyse du jus en compartiment positif élimine ensuite les alcalis. Ce deuxième traitement a lieu, partie avec anodes solubles, partie avec anodes insolubles, l'oxyde du métal de l'anode soluble devant fixer à l'état insoluble les dernières traces d'acides organiques qui auraient échappé au premier traitement. Enfin, une dernière électrolyse terminerait l'épuration. On conçoit la possibilité d'épurer complètement les jus sucrés par ce dernier procédé, qui doit toutefois être assez coûteux, et qui, s'il est la mise au point du procédé Maigrot et Sabates, se rattache aussi, comme le lecteur va le voir, au procédé Javaux, Gallois et Dupont par l'emploi d'une anode soluble.

MM. Javaux, Gallois et Dupont, tout en conservant le dispositif de Maigrot et Sabates, qui consiste, nous le répétons, en un bac à trois compartiments séparés par deux cloisons poreuses, obtiennent l'épuration intégrale en une seule opération.

Le liquide sucré occupe le compartiment du milieu, où se trouve l'anode de plomb. De chaque côté sont les compartiments à eau, dans lesquels sont placés les cathodes en fer ou en charbon. Sous l'action du courant les sels sont décomposés, les métaux se rendent aux cathodes en traversant des cloisons poreuses; et, comme ce sont des métaux alcalins, ils décomposent l'eau avec production d'hydrogène; et il reste autour des cathodes une solution de potasse et de soude qui peut être utilisée. Les acides se portent sur l'anode de plomb avec laquelle ils se combinent pour former des sulfate, chlorure, pectate, phosphate de plomb, sels organiques divers insolubles; tous ces sels se précipitent donc au sein du jus. L'épuration peut être poussée aussi loin qu'on le désire; et, comme les acides, au fur et à mesure de leur libération, se combinent au métal des anodes, il en résulte que les jus ne sont jamais acides et que, par conséquent, il ne peut y avoir inversion du sucre même à une température élevée.

Pour les jus de betteraves, la durée de l'électrodialyse varie entre une heure et deux heures suivant l'intensité du courant, laquelle doit être maintenue entre 30 et 50 ampères sous une force électro-motrice de 4 à 5 volts. Il en résulte que la force nécessaire à l'épuration est au maximum d'un demi-cheval pour 1.000 kilos de betteraves par 24 heures. Pour une sucrerie travaillant 500.000 kilos de betteraves par 24 heures, la force nécessitée par la station d'épuration serait de 250 chevaux, ce qui ne semble pas trop excessif, étant donné le résultat obtenu.

Sans être taxé d'exagération, on doit reconnaître à ce procédé un très grand avenir, il marque un progrès considérable. Il est encore un peu coûteux, et le faible prix du sucre en retarde l'application, non pas qu'on ne puisse en retirer bénéfice, mais parce que la concurrence étrangère acharnée, et l'ignorance de certains de nos législateurs en matière industrielle, mettent en péril une grande industrie française en lui retirant toute confiance en son avenir.

Edouard Urbain,
Chimiste des Sucreries D. Linard et Cie.

§ 4. — Arts chimiques

Création, à Rouen, d'un laboratoire de Chimie pour l'enseignement de la Teinture et de l'Impression. — M. Horace Kœchlin, manufacturier à Rouen, et M. Léon Lefèvre, préparateur de Chimie à l'Ecole Polytechnique, tous deux directeurs d'un recueil très nouveau, la *Revue générale des matières colorantes* [1], viennent de prendre une heureuse initiative: ils s'occupent de créer à Rouen, grand centre des industries du blanchiment, de la teinture, de l'impression et des apprêts, un laboratoire destiné à l'enseignement pratique et à l'étude expérimentale des faits scientifiques sur lesquels reposent ces industries.

Qu'il nous soit permis de signaler aux fondateurs comme un modèle à imiter le laboratoire de teinture de *Yorkshire University* à Leeds.

Le rôle de la Science et des Laboratoires industriels dans les usines céramiques. — Au cours d'études récentes sur la porcelaine et la faïence [2], nous avons pu apprécier le rôle que les laboratoires peuvent jouer dans l'industrie céramique. Qu'il nous soit permis, à cette occasion, de nous associer une fois de plus à la campagne que poursuit la *Revue* en faveur de la pénétration de la Science dans l'Industrie.

Dans un article publié l'an dernier ici-même [3], nous avons montré les services que peut rendre le chimiste de verrerie, et indiqué le programme des travaux qu'il doit poursuivre; nous avons, de même, au dernier *Congrès de Chimie appliquée* [4], précisé le rôle scientifique

[1] Voyez à ce sujet l'article de M. L. Olivier dans la *Revue* du 15 mars 1895.

[1] Editée chez Masson et Cie, à Paris.

[2] Etudes de Céramique exécutées à la demande des fabricants de porcelaine de Limoges. *Bulletin de la Société d'Encouragement*, février et mars 1897.

[3] L'état actuel et les besoins des industries de la Verrerie et de la Cristallerie en France. Rôle de la Science en Verrerie. *Revue générale des Sciences* du 15 février 1896, spécialement page 160.

[4] *Deuxième Congrès international de Chimie appliquée*, Paris, juillet-août 1896.

de l'ingénieur dans la conduite des fours industriels. Nous voudrions ici gagner à notre cause la grande industrie céramique.

Notre tâche sera d'autant plus aisée que, si l'empirisme a régné longtemps dans la majorité des usines françaises, le progrès des idées scientifiques s'accentue tous les jours. Plusieurs faïenciers se sont assuré le concours d'ingénieurs-chimistes, et les fabricants de porcelaine comprennent sans nul doute l'utilité de la Science, puisqu'ils ont provoqué les travaux dont nous avons été chargé. Il reste cependant beaucoup à faire, et actuellement, entre l'usine modèle de Sèvres, qui fait de la science sans faire vraiment de l'industrie, et tant d'usines qui ne font que de la production routinière et du commerce sans recours à la science, on ne trouve peut-être nulle part ce juste milieu qu'a su réaliser en Allemagne le professeur Seger, à la fois industriel et savant, à l'usine de Charlottenburg. Aussi nous excusera-t-on si, espérant hâter un mouvement qui se dessine en France, nous venons, dans l'intérêt de la cause, parler ici de nos propres travaux.

Un laboratoire d'usine céramique doit s'attacher d'abord à remédier aux accidents de la fabrication courante qui causent, par le déchet, un préjudice considérable : parmi ceux-ci le plus fréquent et le plus dangereux, puisqu'il se produit à la dernière cuisson, est le *craquelé* sous ses deux formes : la *tressaillure* et l'*écaillage*. Or les travaux que nous avons effectués ont mis en lumière les résultats suivants :

1° Pour qu'une pâte et une couverte ne tressaillent pas, il suffit, en général, que leurs coefficients de dilatation entre 0° et 100° soient identiques. Ce fait, qu'il était permis de prévoir sous bénéfice de vérification expérimentale, n'est pas, de lui-même, évident : l'égalité de dilatation entre 0° et 100° n'implique pas, en effet, l'égalité à des températures supérieures ; et, d'autre part, la couche intermédiaire entre la pâte et la couverte peut suivre une loi de dilatation différente. Une étude complète des faïences nous a donné l'assurance que, sauf quelques rares exceptions, l'accord d'une pâte et d'une couverte entre 0° et 100° est industriellement suffisant.

2° La dilatation des pâtes varie beaucoup avec la température à laquelle la cuisson a été opérée ;

3° On peut modifier dans un sens déterminé la dilatation d'une couverte ; on accroît, par exemple, par une addition calcaire, le coefficient de la couverte nouvelle de Sèvres ; on le diminuerait par une addition d'acide borique.

Dans ces conditions, le rôle bien indiqué d'un laboratoire céramique consistera : 1° à mesurer les dilatations des pâtes et couvertes en usage dans l'usine ; 2° à indiquer dans quel sens on devra tenter de modifier les compositions des couvertes pour les faire accorder avec les pâtes ; 3° à fixer et à maintenir la température de cuisson des fours.

S'il s'agit d'une usine à porcelaine, ce rôle sera surtout un contrôle : on sait, en effet, que cette industrie, après trente ans de tâtonnements, a obtenu un accord suffisant entre ses pâtes et ses couvertes ; la fabrication a trouvé son équilibre : il suffit de l'y maintenir. Ce pourra être aussi un rôle d'économie pour l'achat des matières premières, sur la qualité desquelles on pourra se montrer moins rigoureux, grâce à la garantie que donnent les essais de dilatation.

En faïencerie, au contraire, la *tressaillure* est très fréquente, et le chimiste, à côté de son rôle de surveillance, devra poursuivre l'étude des pâtes et couvertes de son usine, indiquer celles qui peuvent le mieux être associées, et, s'il n'en existe pas dans le stock qui s'accordent de façon satisfaisante, tracer la voie des modifications insensibles par lesquelles on réalisera le progrès, avec certitude et sans danger d'accidents ; ce sera une étude longue et difficile, mais elle est de toute importance ; nous connaissons plusieurs usines où elle est commencée.

L'outillage de notre laboratoire céramique est très simple : il comprendra d'abord les quelques appareils et ustensiles nécessaires à l'analyse chimique des pâtes et couvertes, un pyromètre thermo-électrique Le Chatelier, enfin le nouvel appareil à mesurer les dilatations de M. Le Chatelier.

Cet appareil (fig. 1), qui a servi à toutes nos mesures de dilatations, réalise une simplification de la méthode de Fizeau ou des anneaux de Newton ; il permet de mesurer la différence de dilatation entre un support en fer ou platine et le corps en expérience à $\frac{1}{10.000}$ de millimètre près (environ une demi-longueur d'onde lumineuse), et, par suite, de connaître la valeur absolue du coefficient de dilatation à une unité du septième ordre près : c'est pour une couverte de porcelaine (la dilatation de la couverte de Sèvres = 0m,00000514) une approximation de 1 à 2 % de la valeur absolue du coefficient, approximation bien suffisante pour les recherches industrielles. Pour faire une mesure, l'échantillon observé doit être préparé sous forme d'un prisme de 2 à 3 centimètres de hauteur, poli sur l'une de ses bases, ce qui ne présente aucune difficulté sérieuse ; l'observation ne demande plus ensuite qu'une heure environ [1] ; l'installation est de la plus grande simplicité.

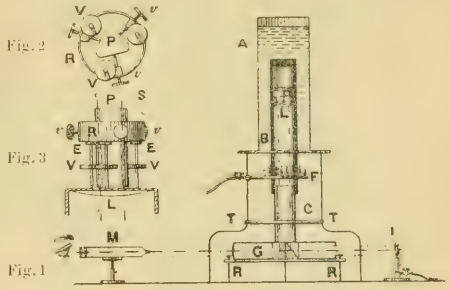


Fig. 1, 2 et 3. — *Croquis schématique de l'appareil à mesurer les dilatations par la méthode de Fizeau, modifié par M. H. Le Chatelier.* — La figure 1 représente l'ensemble de l'appareil ; les figures 2 et 3, les supports en fer maintenant le corps P en expérience, organe principal de l'appareil. Le prisme P, dont on veut mesurer la dilatation, est maintenu par les trois vis calantes *v* (fig. 2 et 3) suivant le plan horizontal moyen du cercle d'acier R, et à une hauteur telle que la base polie soit sensiblement dans le même plan que les pieds du support. Le support étant alors posé sur la lentille plan-convexe L (fig. 3), on pourra obtenir des anneaux de Newton. La lentille L est placée (fig. 1) au sommet d'un tube cylindrique BC, et éclairée en dessous par la lumière monochromatique (sodium) émanant du brûleur I et réfléchie par le prisme à réflexion totale G. Les anneaux formés en L (fig. 2) donnent une image qui, réfléchie par un second prisme à réflexion totale G, est examinée à l'aide du microscope M. Le tube B, la lentille L et le support sont coiffés d'une chaudière annulaire A formant cage d'air, chauffée à 100° par une rampe à gaz F et portée par un trépied TT indépendant du reste de l'appareil. — V, vis calantes. — Le nombre des anneaux apparaissant ou disparaissant en M permet de mesurer la dilatation pendant toute la durée de l'échauffement de la pièce P.

Aussi, si nous rapprochons l'utilité des recherches et du contrôle chimiques de cette simplicité d'outillage, il nous semble hors de doute qu'un chimiste industriel, se proposant comme seul but de diminuer le déchet et de réaliser des économies sur les achats de matières premières, n'arrive rapidement à rémunérer, — et bien au delà, — par son travail les frais que son traite-

[1] Les détails de construction et les précautions opératoires sont indiqués en détail dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement.*

ment et le fonctionnement de son laboratoire peuvent entraîner.

Emilio Damour,
Chef des Travaux pratiques de Chimie à l'École Nationale Supérieure des Mines.

§ 5. — Hygiène publique

La désinfection des locaux. — En 1894, la désinfection des locaux se faisait exclusivement à l'aide d'antiseptiques liquides, soit par pulvérisation, soit par lavage; l'inconvénient grave de cette méthode est de détériorer les matières à stériliser; et souvent, bien que ruisselant d'eau, l'objet mal imprégné conserve en son centre des germes non détruits. Parmi les agents préconisés: le chlorure mercurique à 2 ‰ nécessite un pulvérisateur d'ébonite, gâte les dorures; l'acide phénique à 5 %, plus coûteux, est très actif, mais son odeur persistante en restreint l'application; le lysol fort odorant encrasse les appareils. L'acide phénique agit encore mieux en lavage et la désinfection la plus parfaite était réalisée par un nettoyage avec une solution savonneuse suivie d'un lavage au phénol.

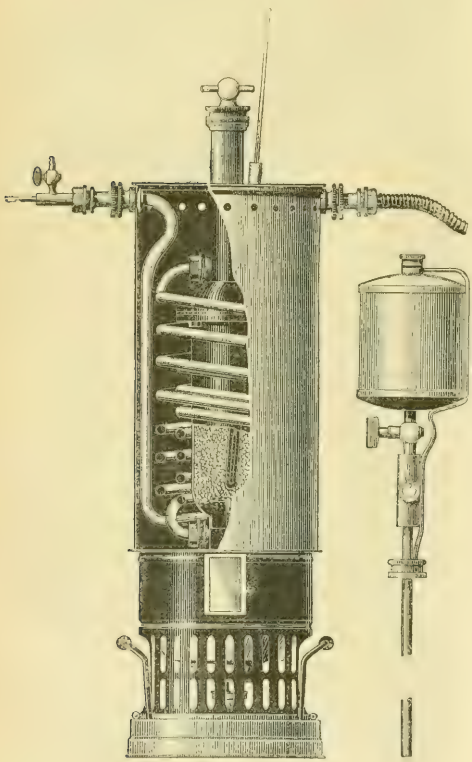


Fig. 1.

Il est évident que cela n'était guère applicable aux appartements; la question était en cet état, lorsque M. le Dr Miquel, pour augmenter la pénétration de l'antiseptique, eut l'idée d'utiliser un gaz: *l'aldéhyde formique, formol* ou *formaldéhyde.*

L'industrie fournit ce gaz en solution aqueuse, obtenue en faisant passer de l'air chargé de vapeurs d'alcool méthylique sur une colonne de ponce platinée portée au rouge; l'alcool est rapidement oxydé, les produits gazeux lavés à l'eau abandonnent le formol soluble. La solution commerciale titre environ 40 %, mais contient surtout des polymères mal définis de cette aldéhyde; évaporée à basse température ou traitée par l'acide sulfurique, elle dépose un corps solide, insoluble dans l'eau et inactif comme antiseptique: le *trioxyméthylène*, condensation de trois molécules de formaldéhyde, que l'on peut régénérer par la chaleur.

Le formol agit en coagulant le protoplasma albuminoïde des bactéries et, avantage précieux en désinfection, les couleurs des tentures, les ors des cadres ne sont pas attaqués; en outre, l'odeur du formol ne persiste pas après une bonne aération.

Pour l'usage, il fallait faire dégager l'aldéhyde gazeuse; or, par évaporation directe de la solution, tout le principe actif reste sous forme de trioxyméthylène. Au nombre des premiers essais pratiques nous citerons: les toiles imbibées d'une solution de chlorure de calcium et de formol, exposées dans l'espace à désinfecter; le sel calcique favorisant la dépolymérisation, l'aldéhyde se dégageait; la lampe de MM. Brochet et Cambier utilisant la réaction d'Hoffman, oxydation de l'alcool au contact de platine chauffé au rouge. Tous ces procédés étaient trop coûteux, les toiles pénibles à installer, la lampe d'un faible débit; l'on ne pouvait songer à la désinfection de grands espaces.

M. Brochet a résolu ce problème en réalisant un appareil à grand débit (fig. 1) permettant la préparation économique des mélanges gazeux d'air et de formaldéhyde que l'on envoie, à dose déterminée, dans la pièce à stériliser. La solution commerciale ou le tryoxyméthylène sont vaporisés, en diluant les vapeurs pour éviter une repolymérisation, par un courant d'air chaud; le mélange des gaz constitue alors un puissant désinfectant.

L'appareil se compose d'un récipient de cuivre et de deux serpentins; l'un amène à la partie inférieure du récipient de l'air envoyé par une soufflerie, l'autre est soudé au sommet de l'appareil pour le départ des vapeurs. Le tout, entouré d'une enveloppe de tôle, est placé sur un fourneau. Le trioxyméthylène se charge directement dans le récipient; quant à la solution, on règle son débit en la plaçant dans le réservoir figuré à droite et s'adaptant à la place du bouchon à vis fermant le dôme de l'appareil. L'air se chauffe par son passage dans le serpentin; les produits gazeux formés sont séchés par la circulation dans le second serpentin, puis introduits par le trou de la serrure dans la pièce à purifier soigneusement calfeutrée. Cet appareil, très transportable, offre l'avantage d'opérer la désinfection du dehors, de ne pas avoir de risques d'incendies et de permettre le dosage exact de l'antiseptique employé. Pour assurer une bonne stérilisation, il faut une légère humidité; l'on emploie dans les temps secs la solution, et, lorsque l'air est saturé d'eau, les polymères solides.

M. Trillat procède d'une façon à peu près analogue, en dépolymérisant une solution d'aldéhyde et de chlorure de calcium; d'autres inventeurs entraînent l'aldéhyde par la vapeur d'eau surchauffée. Outre les dangers que présentent les fortes pressions, les procédés employant la vapeur nous semblent moins avantageux que la méthode Brochet, à cause de la grande quantité d'eau vaporisée : on condense sur les murs assez d'eau pour redissoudre le formol, donnant alors les ennuis de la pulvérisation directe de la solution : odeur persistante, liquide caustique, inactif endommageant les objets; en outre, la brusque détente de la vapeur amène une repolymérisation affaiblissant le pouvoir antiseptique des gaz; la pratique fixera le meilleur mode opératoire.

La dose à employer varie de 2 à 4 grammes d'aldéhyde par m^3, que l'on laisse agir 8 heures. Cette dose, intolérable pour l'homme, ne présente pas cependant de dangers d'intoxication. L'industrie livre l'aldéhyde à 40 % au prix de 4 francs le kilo par grandes quantités;

l'aldéhyde à 100 °/₀ revient à 10 francs, ce qui donne un prix de 0 fr. 10 à 0 fr. 50 par m^3 pour la désinfection, frais de calfeutrage et de pétrole du fourneau compris. L'emploi du trioxyméthylène est plus coûteux : ce produit à 100 °/₀ coûte 20 francs le kilo.

La formaldéhyde est l'idéal des désinfectants, d'une diffusion absolue, n'attaquant pas les objets et d'un prix de revient qui diminuera par la création en France d'usines produisant à bon compte cette substance, pour laquelle nous sommes encore en grande partie tributaires de l'Allemagne ; la désinfection deviendra une habitude courante : le public, convaincu de la facilité de la purification sans rien altérer, utilisera ce puissant agent au grand profit de l'Hygiène publique.

Marcel Molinié.

Chimiste à l'Observatoire municipal de Montsouris.

Nouvel emploi du Choléra des Poules pour détruire les Lapins en Australie. — Tous nos lecteurs savent que notre grand Pasteur avait eu l'idée d'employer le microbe du « choléra des poules » à détruire les lapins qui infestent les pampas australiennes. L'illustre savant avait fait des expériences qui légitimaient l'espoir d'obtenir ce résultat. Sur ses conseils, notre distingué collaborateur, M. Adrien Loir, aujourd'hui directeur de l'Institut Pasteur de Tunis, était allé à Sidney et avait entrepris des essais que le succès a couronnés. On sait aussi que ses tentatives furent enrayées par les industriels, nombreux dans le pays, qui utilisent les peaux de lapins. Ceux-ci propagèrent dans toute la Nouvelle-Galles du Sud cette crainte que le choléra des poules, introduit sur leur territoire, y devînt un fléau pour les animaux domestiques et l'homme lui-même. M. Loir s'était heurté à ce préjugé.

Or, voici qu'aujourd'hui M. C.-J. Pound, bactériologiste du Gouvernement, annonce que le « choléra des poules » authentique existe en abondance à Queensland et dans la Nouvelle-Galles du Sud. Ayant reconnu l'efficacité du microbe pour détruire le lapin, il a suscité un mouvement d'opinion en faveur du procédé pastorien ; à l'heure actuelle les fermiers qui souffrent des ravages des lapins demandent au Gouvernement l'autorisation de répandre sur leurs champs des boulettes de son renfermant l'agent spécifique de l'infection. Ces boulettes sont imbibées du bouillon de culture. Un litre de ce bouillon suffit à la destruction directe d'environ deux mille lapins, lesquels deviennent à leur tour chacun un centre de contagion et de propagation du fléau. On sème les boulettes le soir, afin d'éviter l'insolation qu'elles subiraient pendant le jour, et qui risquerait de les stériliser.

Louis Olivier.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Au Siam. — Semble-t-on se douter en France que l'avenir de notre Indo-Chine dépend de la solution qui sera donnée à la question du Siam, car il y a une question du Siam, comme il y a une question d'Orient? En dehors des quelques orateurs qui ont, à la Chambre, au commencement de l'année dernière, signalé la déclaration de Londres du 15 février 1896 comme étant l'acte diplomatique le plus important que la France et l'Angleterre aient conclu depuis la déclaration du 5 août 1890, relative à Zanzibar, à Madagascar et au Niger moyen, il ne paraît pas que la très riche vallée du Meï-Nam ait excité en France dans l'opinion tout l'intérêt qu'elle mérite. Favorisée assurément par la nature de son sol, ses richesses minières et forestières, elle l'est plus encore par sa situation géographique qui en fait l'une des artères par où les provinces méridionales de la Chine pourront dans un avenir prochain écouler leurs produits. Et c'est précisément la conquête commerciale de ces provinces, du Yunnam et du Setchouen qui a fait l'objet principal de notre action en Indo-Chine, de même qu'elle est devenue l'objet de la politique anglaise dans la Haute-Birmanie.

Nos relations avec le Siam ont été réglées par la convention du 15 janvier 1896. Aux termes de cette déclaration, le Siam est divisé en trois zones d'influence. La première comprend la région de la moyenne Salouen et la péninsule Malaise, qui passent sous l'influence de l'Angleterre ; la deuxième comprend tout le bassin du Mékong et se trouve affectée à la France ; la troisième, enfin, est le Siam proprement dit, c'est-à-dire la vallée du Mei-Nam. L'Angleterre, dans ce partage, s'est taillé la part du lion, tout en paraissant abandonner à la France certaines acquisitions territoriales. Et en fait, l'Angleterre seule a jusqu'ici profité des avantages qu'elle semblait, aux termes de cette convention, devoir partager avec nous, afin d'assurer au Siam son indépendance. Elle s'est installée victorieusement dans la vallée du Mei-Nam où toute action militaire nous est interdite ; elle a opéré de telle façon qu'au Siam tout est devenu anglais dans la pratique. La France n'est ni crainte, ni respectée. On refuse à ses protégés les droits qui leur ont été garantis par les traités. On leur refuse des concessions. On les arrête, on les emprisonne à toute occasion et le Gouvernement siamois conteste à la France le droit de juridiction sur ses protégés. On se souvient de l'incident survenu le 7 septembre dernier : M. Defrance, notre représentant au Siam, est allé protester en pleine audience du Tribunal contre l'arrestation arbitraire d'un de nos protégés cambodgiens, Kadir, et plus encore, contre le droit que s'étaient arrogé les tribunaux siamois de le juger. Tout récemment, en février dernier, un autre conflit éclata entre le Siam et notre Ministre à propos des assassins du prospecteur Ménager. Ce conflit prit un tel caractère de gravité que M. Defrance fut obligé de menacer d'amener son pavillon dans les vingt-quatre heures et de se retirer à bord de la *Vipère*. La liste de ces incidents, dont le moindre serait de nature à provoquer de notre part une intervention armée, s'augmente à chaque courrier de faits nouveaux et de même nature : poursuites de nos protégés cambodgiens, laotiens ou annamites, assassinats de nos nationaux, brigandages contre nos biens, tel est le bilan que nous recevons périodiquement d'un pays où les Anglais ont joui jusqu'ici de toutes les faveurs et de toute la sécurité désirables. Leur situation vis-à-vis du Siam est cependant identique à la nôtre, d'après la convention du 15 janvier 1896 conclue entre les deux nations, a-t-on dit à la Chambre, dans un esprit de concorde et de sympathie réciproques. Mais la situation qui nous est faite et qu'il est de toute importance de faire cesser au plus tôt n'est pas sans s'étendre depuis peu aux autres nations représentées au Siam : Allemands, Américains ont à subir contre leurs personnes ou contre leurs biens des vexations arbitraires. Les Allemands et les Américains n'auront sans doute pas vis-à-vis du Siam notre attitude résignée et il est à craindre qu'ils ne se chargent d'eux-mêmes de rétablir l'ordre du pays troublé. D'autre part, l'éventualité d'une occupation militaire anglaise du Siam, habilement provoquée par les sujets de la Reine à la faveur du désordre sans cesse grandissant, nous semblerait possible et de nature à attirer l'attention de nos diplomates, car l'exemple de l'Egypte ne saurait être oublié. Souhaitons que le prochain voyage du roi de Siam en Europe ait pour résultat d'aplanir les difficultés pendantes et de permettre à nos nationaux de porter, avec de sérieuses garanties, leur activité dans ce riche pays.

J.-M. Godefroy.

Un câble anglais à travers le Pacifique. — Lorsque la Grande-Bretagne désire actuellement télégraphier à ses possessions des Indes et de l'Australie, elle se voit réduite à emprunter une des cinq directions suivantes :

1° Lisbonne, Gibraltar, Malte, Egypte, mer Rouge ;
2° France, Italie, Grèce, Egypte, mer Rouge ;
3° Allemagne, Autriche, Turquie, Russie et Perse ;
4° Allemagne, Autriche, Turquie, Russie et la côte du Pacique ;
5° Lisbonne et la côte E. ou O. du continent africain.

Ces lignes traversent chacune plusieurs pays étrangers et risqueraient peut-être de faire défaut en cas de guerre. La Grande-Bretagne a donc le plus grand intérêt à posséder seule un moyen sûr de communication avec ses deux grandes colonies; aussi se préoccupe-t-elle depuis longtemps de l'installation d'une ligne qui, partant de ses possessions du Canada, irait rejoindre l'Australie à travers tout l'Océan Pacifique. De nombreuses études et des sondages précis ont été exécutés pour déterminer le tracé de la nouvelle ligne. Le *Blackwood's Magazine* (numéro de février) nous en indique les principaux résultats.

La meilleure route pour le câble transpacifique irait de Vancouvert à Fanning-Island, de là à Fidji et de Fidji à Norfolk Island; là le câble se dédoublerait : une ligne irait rejoindre la Nouvelle-Zélande, l'autre l'Australie. L'immersion ne présentera pas de difficultés sérieuses, vu la nature du lit de l'Océan Pacifique. La régularité du fond et la profondeur restreinte en divers points permettront une installation rapide et peu coûteuse.

Deux nouvelles Ecoles à Madagascar. — L'apaisement des troubles qui ont récemment désolé d'importantes régions de Madagascar, entravé et découragé les entreprises agricoles et minières de plusieurs Sociétés françaises, vient de permettre au général Gallieni de fonder à Tananarive deux institutions d'une incontestable utilité :

1° Une école d'interprètes, qui s'appellera *Ecole Le Myre de Vilers*, et formera à la fois des maîtres pour l'enseignement primaire, des interprètes pour les relations administratives, juridiques et commerciales. C'est par ces interprètes que se fera peu à peu la diffusion de notre civilisation parmi les diverses races malgaches;

2° Une *Ecole professionnelle* destinée à fournir aux colons français un personnel indigène de contremaîtres et d'artisans habiles à divers métiers manuels : forge, serrurerie, chaudronnerie, horlogerie, typographie, brochage, faïencerie, poterie, menuiserie, maroquinerie, confection de vêtements, tapis, etc.

§ 7. — Universités, Congrès et Concours

Recherches scientifiques mises au concours par l'Académie Royale de Belgique. — L'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique met au concours pour 1898 les questions suivantes :

1. *Mathématiques.* — Apporter une contribution importante à l'étude des correspondances que l'on peut établir entre deux espaces[1].

2. *Physique.* — Faire l'exposé des recherches exécutées sur les phénomènes critiques en Physique. Compléter nos connaissances sur cette question par des recherches nouvelles.

3. *Chimie physique.* — Faire l'exposé et la critique des diverses théories proposées pour expliquer la constitution des solutions. Compléter, par des expériences nouvelles, nos connaissances sur cette question, surtout en ce qui concerne l'existence des hydrates en solution dans l'eau.

4. *Chimie organique.* — Déterminer l'influence exercée par le radical nitryle AzO^2, dans les composés aliphatiques, sur les caractères des fonctions composées.

5. *Botanique.* — On demande de nouvelles recherches, macrochimiques et microchimiques, sur la digestion chez les plantes carnivores.

6. *Zoologie.* — On demande de nouvelles recherches sur l'organisation et sur le développement d'un Platode, en vue de déterminer s'il existe ou non des rapports phylogéniques entre les Platyhelmes et les Entérocœliens.

La valeur du prix attribué à la solution de chacune de ces questions est de *six cents francs.*

Les mémoires devront être écrits lisiblement et pourront être rédigés en français ou en flamand. Ils devront être adressés, francs de port, à M. le Secrétaire perpétuel, au Palais des Académies, avant le 1er août 1898.

Donations aux Universités. — L'Université de Lyon a reçu de M. Augustin Falcaux une rente annuelle de 4.000 francs. Sur cette rente vient d'être fondé un prix biennal de 1.000 francs, que la Faculté des Sciences de Lyon aura mission de décerner. La Faculté attribuera ce prix en 1898 au meilleur mémoire qu'elle aura reçu avant le 1er mai 1898 sur ce sujet : « *Description géographique et géologique d'une région naturelle du Sud-Est de la France.* » Sont seuls admis au concours les Français âgés de moins de trente ans au 1er mai 1898.

D'autre part, les donations faites à la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy, et dont nous avons signalé les quatre premières dans une livraison précédente de la *Revue*, ont suscité l'émulation de nos industriels, si bien qu'aujourd'hui c'est à 189.000 francs que se montent les dons faits à la Faculté. En voici le détail :

MM. Solvay et Cie ont donné.	100.000 fr.
Rogé et Cie.	10.000
Verreries de Portieux et Valerysthal.	10.000
Cristalleries de Baccarat	10.000
Blanchisserie de Thaon.	10.000
Keller et Guérin.	4.000
Boeringer, Guth et Cie.	2.000
Les fils d'Emmanuel Laug.	2.000
Renauld et Cie, banquiers.	1.000
Société nancéenne de crédit industriel.	1.000
Fenal (Théophile), de Badonviller. . .	1.000
Saintignon et Cie.	1.000
Bichelberg, papeteries	1.000
Pottecher et Cie, à Bussang.	1.000
Dietrich et Cie, à Lunéville.	10.000
Sociétété anonyme de matières colorantes et produits chimiques à Saint-Denis	5.000
Société de Saint-Gobain, Chauny et Cirey	20.000
Total. .	189.000 fr.

Le même mouvement se continue en Ecosse. Trois Universités de cette partie du Royaume-Uni viennent de recevoir des legs importants : Miss Brown, récemment décédée, a, par testament, fait don de 105.000 francs à l'Université de Glasgow et de pareille somme à l'Université d'Edimbourg. Miss C. Trow a fondé, à l'Université de Saint Andrews, sous le nom de « Thomas Trow Scolarship » une série de bourses s'élevant à 50.000 francs.

Congrès international de Médecine. — C'est à Moscou que le Congrès international de Médecine tiendra cette année ses assises. Il sera ouvert au commencement du mois d'août.

Dès à présent, on peut prévoir que les notabilités médicales s'y réuniront en grand nombre. Nous croyons savoir que la France y sera brillamment représentée. Le corps médical allemand se dispose, dit-on, à y faire, par le nombre et la qualité, une sorte d'exhibition de son importance scientifique. La Grande-Bretagne y enverra moins de cliniciens, mais plusieurs physiologistes du Royaume-Uni se rendront à Moscou. Parmi les cliniciens, le Professeur Lauder Brunton F. R. S. est désigné pour l'une des lectures inaugurales du Congrès. L'éminent savant y exposera les récents progrès de la Thérapeutique contemporaine.

Congrès international d'Hygiène et de Démographie. — Ce Congrès, qui devait se réunir en octobre prochain à Madrid, voit son ouverture retardée par les récents événements d'Espagne. C'est seulement en avril 1898 qu'il aura lieu.

[1] L'Académie accepterait, par exemple, une étude des connexes à deux séries de quatre variables homogènes, dans le sens des recherches de Clebsch (voir *Vorlesungen über Geometrie*, chapitre VII); de même, on pourrait répondre par une étude géométrique et analytique de l'équation

$$a_{11}x_1^2 + a_{22}x_2^2 + a_{33}x_3^2 + a_{44}x_4^2$$
$$+ 2a_{12}x_1x_2 + 2a_{13}x_1x_3 + 2a_{14}x_1x_4 + 2a_{23}x_2x_3$$
$$+ 2a_{24}x_2x_4 + 2a_{34}x_3x_4 = 0,$$

dans laquelle les coefficients sont des fonctions du second degré de variables y_1, y_2, y_3, y_4.

L'ÉTAT ACTUEL
DE LA PRODUCTION INDUSTRIELLE ET DE L'UTILISATION PRATIQUE DE L'ACÉTYLÈNE

L'éclairage par le gaz acétylène a subi, durant ces derniers mois, un temps d'arrêt imputable à la fois à l'absence du carbure de calcium sur le marché, et aux quelques accidents survenus à des constructeurs improvisés, accidents qu'il faut mettre sur le compte de l'ignorance et de l'imprudence. Le gaz acétylène, sous des pressions inférieures à 2 atmosphères, ne présente pas plus de danger que le gaz d'éclairage ordinaire. Aussi ne cesse-t-il de stimuler l'ingéniosité des inventeurs : ceux-ci sont arrivés en ces derniers temps, d'une part, à perfectionner la fabrication du carbure de calcium qui sert à produire l'acétylène, et, d'autre part, à améliorer le rendement des brûleurs où ce gaz est employé soit à l'éclairage, soit au chauffage.

Nous nous proposons de décrire ici ces nouveautés, de façon à bien préciser l'état actuel de la question industrielle de l'acétylène, qui comprend à la fois la production du gaz et ses applications.

I. — Fabrication du carbure de calcium.

La fabrication du carbure de calcium est actuellement entrée dans la période industrielle, quoiqu'il n'existe pas encore en France d'usines dépassant une production journalière de 2 à 3 tonnes. Un certain nombre de Sociétés viennent de se créer pour utiliser, en vue de cette fabrication, des chutes d'une puissance de plusieurs milliers de chevaux. Voici les principales : Société des carbures métalliques Briançon-Vallorbes; Société de Froges; Société des carbures de calcium (Savoie); Société du gaz acétylène (Isère); Usine Robert (Isère); Société de Neuhausen; Société Génevoise (à Vernier), près Genève; enfin plusieurs usines dans le Tarn.

§ 1. — Disposition générale des opérations.

En général, les fours employés jusqu'à présent dérivent du four Moissan : ils transforment l'énergie électrique en énergie calorifique, et développent cette énergie au sein même du mélange de charbon et de chaux. Ce procédé a l'avantage de concentrer l'énergie calorifique et d'éviter l'élévation de température des parois du four. Plusieurs modèles ont déjà été utilisés : le four Wilson, aux usines de Spray et du Niagara; le four à fusion continue, de M. J.-A. Vincent (de Philadelphie); le four Bullier, aux usines de Bellegarde et de Vallorbes[1].

Les fours les plus employés (fig. 1 et 2) sont du système Patin ; le fond en est constitué par une plaque de fonte M, que l'on peut élever ou abaisser au moyen d'un système de roues d'engrenage et d'un volant P.

Les deux charbons sont disposés obliquement en face l'un de l'autre, et traversent les parois du four : le porte-charbon se compose d'une pièce en bronze A, divisée en deux parties comme un porte-mine, et fixée à l'intérieur d'une pièce en fonte B, qui constitue le guide mobile du porte-charbon, et à l'intérieur de laquelle existe une circulation d'eau ; elle est reliée au porte-charbon par des boulons de serrage et coulisse à l'intérieur d'une pièce fixe en fonte D. Le déplacement des charbons est produit par un levier articulé autour de l'axe E, et dont l'une des extrémités est terminée par une fourchette qui embrasse la pièce A.

L'arrivée du courant est en C, et l'on abaisse la plate-forme M pendant la fusion. Le bloc de carbure est retiré par les portes latérales H.

Le mélange de chaux et de coke est amené aux fours par une vis d'Archimède, alimentée par une chaîne à godets qui transporte les produits du broyeur.

Le broyage s'effectue au moyen d'un broyeur du système Loiseau, construit par M. F. Weidknecht (fig. 3), et basé sur le principe du cassage à la volée, par des marteaux mobiles et articulés; dans cet appareil, les pièces qui s'usent se remplacent très facilement, et sont d'un prix peu élevé.

Un broyeur d'une production de 100 kilos par heure, exige une puissance de 4 chevaux.

La chaux vive et le coke sont introduits par pelletées dans la trémie du broyeur, qui joue le rôle de ventilateur soufflant, et lance le mélange broyé dans une caisse recouverte d'une toile, qui communique avec un conduit aboutissant à la trémie d'alimentation de la chaîne à godets. Après la formation du carbure, il reste un déchet considérable, provenant des matières non combinées, et conte-

[1] Actuellement une usine affectée à la fabrication du carbure de calcium devra comprendre : 1° une salle pour les fours; 2° une salle contenant le broyeur, la bluterie et les cases pour les matières premières; 3° la salle de concassage; 4° une salle d'emballage; 5° un laboratoire et des bureaux.

nant des scories; ces résidus doivent passer au blutoir avant leur rentrée dans le four électrique. Sans cette précaution, on obtiendrait des carbures de qualité inférieure, donnant 100 litres d'acétylène par kilo. On disposera une deuxième vis d'Archimède pour amener ces résidus à la bluterie.

Le four Patin, précédemment décrit, exige un courant de 1.200 ampères au moins, et un voltage de 60 volts; mais le régime s'établit comme dans un four à résistance, vers 30 volts, et même au-dessous, ce qui permet d'en mettre facilement deux en tension. Il produit en 10 heures un bloc de carbure à section ellipsoïdale de 0m, 28 de petit axe, sur 0m, 50 de grand axe, et d'une hauteur de 1 mètre environ. Il peut produire facilement 400 kilos en 24 heures.

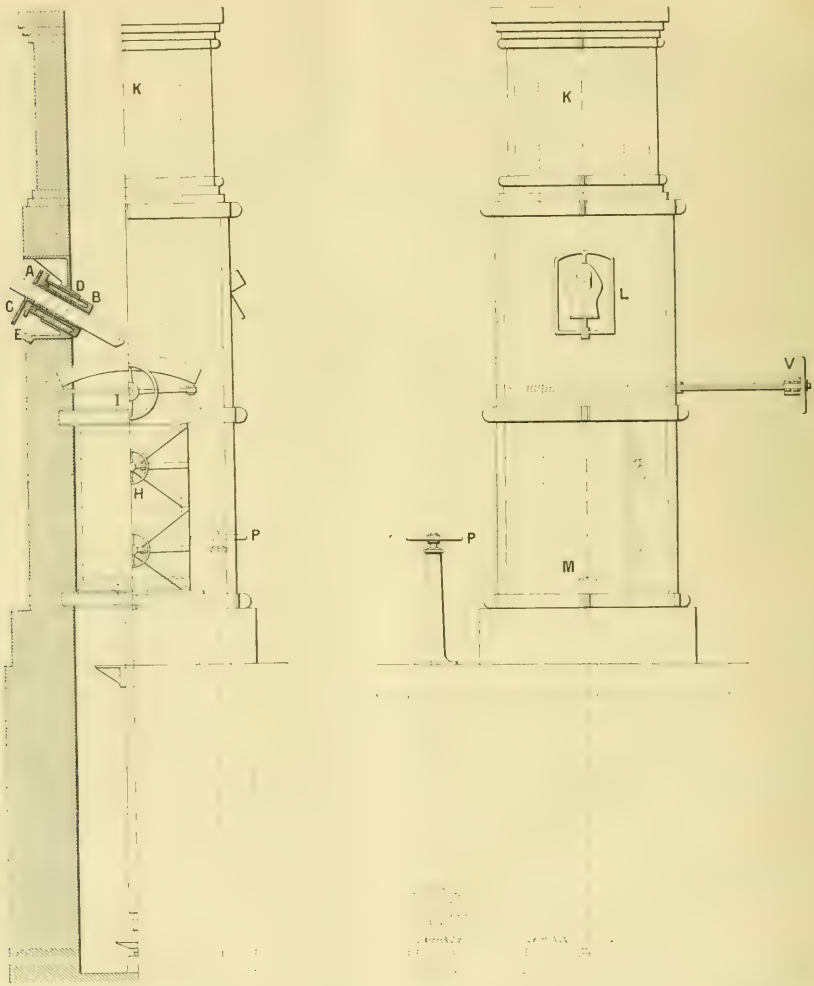


Fig. 1 et 2. — *Coupes verticales du Four Patin.* — M, plaque de fonte constituant le fond du four et commandée par le volant P; A, pièce en bronze portant le charbon; B, pièce de fonte, à circulation d'eau intérieure, portant la pièce A; D, pièce en fonte, faisant corps avec le bâtis de l'appareil, et soutenant le porte-charbon; E, articulation du levier qui fait mouvoir le charbon; C, arrivée du courant; H, porte latérale par où l'on retire le carbure; L, porte latérale par où l'on introduit le charbon; K, bouche de chargement.

§ 2. — Modèles de fours à l'essai.

1. *Four King William Roberts-Wyalt.* — De nouveaux modèles de fours sont actuellement à l'essai. Parmi ces derniers, nous trouvons le four de M. King William Roberts Wyalt (fig. 4), qui n'est qu'une modification du four Borchers. Il se compose d'un creuset en briques *e* dont le fond est traversé par un crayon de charbon formant l'une des électrodes; l'autre E est ajustée sur un bâti F G, et peut être élevée ou abaissée. Ces deux électrodes sont réunies par un noyau de charbon, qui sera détruit, et formera partie intégrante de la masse de carbure. Sur le côté se trouvent une paire de pinces I, pour défourner le bloc de carbure.

Les inventeurs signalent, parmi les désavantages des fours à arc, celui de fournir une chaleur

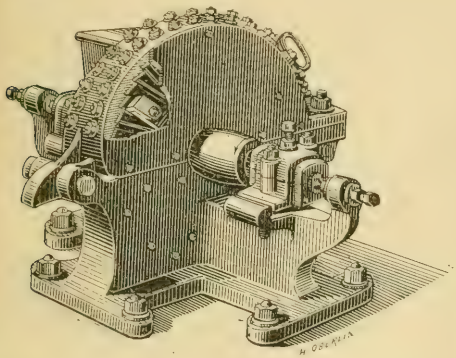


Fig. 3. — *Broyeur du système Loiseau, basé sur le principe du cassage à la volée par des marteaux mobiles et articulés.*

plus efficace autour de l'arc qu'au centre. Il en résulte que le centre des blocs de carbure contient du coke et de la chaux non combinée.

2. *Four Pacotte* (fig. 5). — C'est un four Héroult à renversement. Il se compose d'un creuset en dolomie avec revêtement en charbon A, formant l'une des électrodes. A l'intérieur du creuset pénètre une électrode B en charbon, fixée dans un support C, excentré par rapport à l'axe, et animé d'un mouvement lent de rotation.

Après la fusion, le charbon est soulevé par un système de chaînes et poulies D E F G, et le creuset est renversé; on recharge immédiatement, avant le refroidissement du creuset. Le mélange de charbon et de chaux est introduit à l'état d'agglomérés ou boulets, ce qui a pour but d'éviter la transformation rapide du carbone en oxyde de carbone.

Les inventeurs annoncent un rendement bien supérieur à celui des systèmes précédents: 8 à 9 kilos par cheval-24 heures. Ces nombres très élevés ont besoin d'être vérifiés.

3. *Autres essais en cours.* — Les fabricants de carbure cherchent à l'obtenir moulé, en cylindres ou en plaques régulières; le carbure peut se couler, et possède, à la sortie du four, une parfaite fluidité; mais les différents essais de moulage n'ont pas encore réussi. Le problème industriel pourra sans doute se résoudre en faisant couler le carbure sur une plaque ayant l'aspect d'un moule

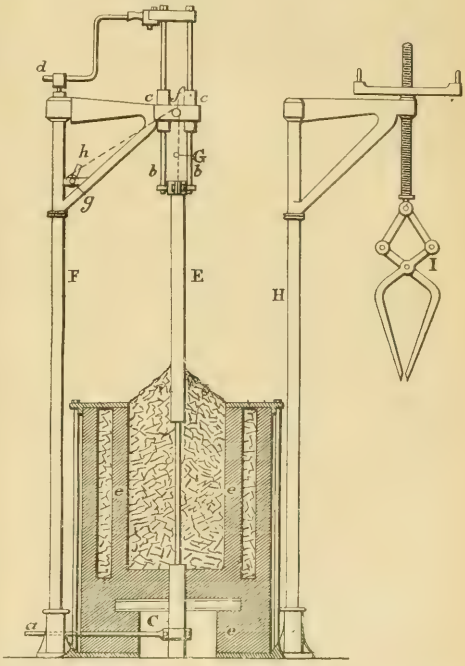


Fig. 4. — *Four King William Roberts Wyalt.* — *e*, creuset en briques; C et E, électrodes de charbon, réunies par un noyau de charbon placé au milieu de la masse A qui doit entrer en réaction; F G, bras supportant l'électrode E; H, bras supportant les pinces I destinées à enlever le carbure; *a* et *d*, arrivées du courant; *h*, *g*, *c*, *b*, pièces destinées à faire mouvoir l'électrode E.

à gaufres, et se déplaçant au-dessous du jet. Il se pourrait que l'on obtînt ainsi des plaques à peu près régulières.

On a beaucoup parlé du procédé Heibling, qui permettrait d'obtenir le carbure de calcium à bas prix comme sous-produit d'opérations métallurgiques, et qui consiste à traiter dans le four électrique certains minerais de fer, dont la gangue est infusible, en y ajoutant un fondant conducteur de l'électricité, composé d'un mélange de chaux et de charbon.

Il se forme un carbure fusible, qui noie dans son sein toutes les matières constituant la gangue minérale. Ce carbure sera certainement très pauvre, contiendra des siliciures, silicates, etc., et donnera un gaz acétylène évidemment très impur.

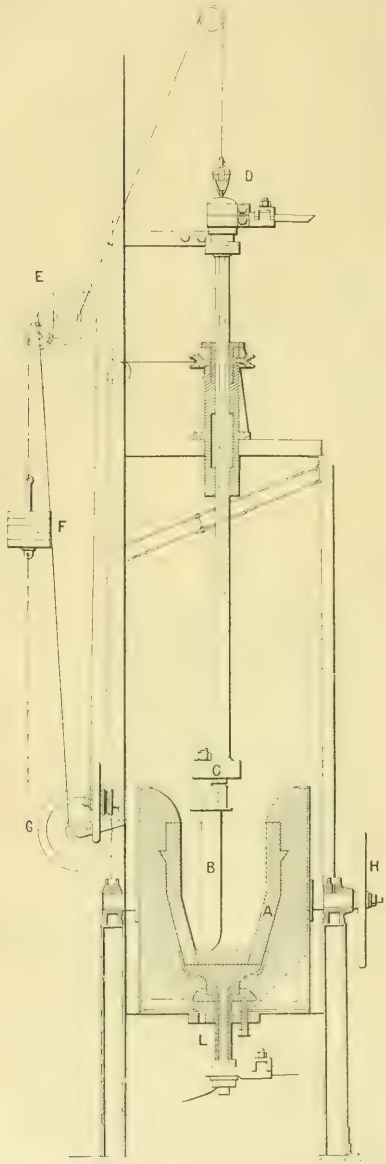


Fig. 3. — *Four Pacotte.* — A, revêtement en charbon du creuset; B, électrode de charbon fixée au support C; D et L, arrivée du courant; E, F, G, système de poulies et de poids servant à l'enlèvement du carbure; H, commande de bascule.

§ 3. — **Prix de revient des opérations.**

Il est encore bien difficile d'établir exactement le prix de revient du carbure. En déterminant par le calcul l'énergie calorifique nécessaire pour sa formation, on trouve 3.344 calories par kilo; ce qui représente 6,6 chevaux par kilo de carbure ou 3 kil. 63 par cheval-24 heures. Mais les constantes physiques employées dans le calcul ne sont pas celles qui correspondent aux températures élevées du four électrique. Nous allons faire connaître le rendement obtenu après une série d'essais, réalisés avec un four Patin.

La puissance est de 6 chevaux-heures ou 4,4 kilowatts-heure par kilo de carbure ; c'est-à-dire qu'avec une puissance de 1 cheval pendant 24 heures on peut obtenir 4 kilos de carbure. Avec une puissance de 1 kilowatt pendant 24 heures, on peut obtenir 5 kil. 5 de carbure. Le prix de revient doit varier dans de grandes proportions, suivant les centres d'exploitation. Pour établir le prix de la tonne, il faut connaître les prix suivants :

1° prix du cheval-an ;
2° prix du coke pulvérisé (600 kilos) ;
3° prix de la chaux réduite en poudre (950 kilos) ;
4° frais de transformation du courant ;
5° prix des électrodes (il est de 50 à 75 centimes le kilo). Il faut compter au minimum 11 kilos d'électrode par tonne; ce chiffre peut même aller jusqu'à 20 kilos :
6° réparation des fours ;
7° main-d'œuvre ;
8° emballage ;
9° transport ;
10° frais généraux, amortissement, etc.

Le prix de revient peut osciller actuellement, avec une petite fabrication, entre 205 et 250 francs la tonne ; il est certain qu'il sera diminué pour une grande fabrication.

Après de nombreuses fluctuations produites par l'absence du carbure sur le marché, il a été vendu jusqu'à 1.500 francs la tonne. Aujourd'hui, il est offert par plusieurs usines de Suisse aux conditions suivantes :

Carbure donnant 300 litres d'acétylène.

55 fr. les 100 kilos.
500 fr. la tonne.
450 fr. la tonne par marché de 100 tonnes.
Emballage : Le bidon de 100 kilos est facturé 6 fr. et repris pour la même somme.

§ 4. — **Installation des Usines.**

Nous donnons ci-après le devis d'installation de deux usines, l'une utilisant une force de 300 che-

vaux, l'autre une force de 4.000 horse-powers ou 4.048 chevaux-vapeur.

1. *Usine de 300 chevaux.*

Achat de la chute, droits de riveraineté, terrains nécessaires, réalisation de la chute y compris les 2 turbines de 150 chevaux chacune. . . . . Fr.	150.000 »
Bâtiments de l'usine.	20.000 »
2 alternateurs E. Labour accouplés directement aux turbines par manchon semi-élastique, pouvant produire chacun 1.700 ampères sous 60 volts avec leur excitatrice particulière placée sur leur bâti. (Ces excitatrices permettent de faire varier le voltage de 55 à 65 volts pour les alternateurs.)	22.000 »
1 tableau de distribution comprenant : 1 panneau marbre ; 2 rhéostats d'excitation pour les excitatrices ; 2 ampèremètres enregistreurs de 2.000 ampères ; 2 voltmètres enregistreurs de 80 volts (appareils très utiles pour pouvoir comparer entre eux des échantillons de carbure produits suivant des intensités et des voltages différents) ; bornes ; 4 coupe-circuits et barres de connexion.	1.800 »
Barres de cuivre haute conductibilité réunissant les alternateurs au tableau et le tableau aux fours. Environ	1.200 »
2 fours à carbure en briques ordinaires, formant un cylindre de 50 centimètres intérieur et de 95 centimètres extérieur sur 2 mètres de hauteur, avec porte de déchargement à la partie inférieure, cône pour l'arrivée des matières à la partie supérieure, dispositif pour l'avancement des charbons.	1.500 »
Imprévu et divers.	3.500 »
Total. . . . . Fr.	202.000 »

2. *Usine de 4.000 H. P.*

I. — Partie hydraulique.

1° Acquisition de 4.000 H. P. que nous supposerons aménagés (canalisation et tuyauterie jusqu'au collecteur des turbines) à raison de 250 fr. par H. P. . Fr.	1.000.000 »
2° 8 turbines de 500 H. P. environ, sous une chute supposée de 100 mètres (avec tubulures et vannage), accouplement direct et libre déviation.	56.000 »
3° 2 turbines de 40 H. P. pour excitatrices. . .	6.000 »

II. — Batiments.

1° Salle des machines de 40 mètres sur 10 avec massifs bétonnés pour les dynamos, etc. . .	40.000 »
2° Salle des fours, parallèle, pour 16 fours, 40 mètres sur 12.	25.000 »
3° Salle de broyage et tamisage, pour 2 installations indépendantes, 12 mètres sur 12. . .	15.000 »
4° Fours à chaux : 2 de 30 mètres cubes avec hangars à chaux et à coke	12.000 »
5° Salle d'emballage pour le carbure, atelier de réparation, etc.	10.000 »

III. — Partie mécanique.

1° Broyage : 2 concasseurs désagrégateurs, 2 finisseurs à boulets, 2 chaînes à godets, 2 blutoirs avec transmission, etc.	16.000 »
2° 2 presses à charbon pour électrodes.	25.000 »
3° Turbine de 50 à 80 H. P. pour le travail mécanique de l'usine.	4.000 »
4° Voie, wagonnets, plaques tournantes, etc. pont roulant des dynamos.	8.000 »

IV. — Partie électrique.

1° 8 alternateurs (biphasés et triphasés) de 330 kilowatts à 27.000 fr.	216.000 »
2° 2 excitatrices de 25 kilowatts à 4.000 fr. . .	8.000 »
3° Tableau et shunts	6.000 »
4° Connexion avec les fours.	12.000 »
5° 16 fours électriques et régulateurs.	32.000 »
Total. . . . . Fr.	1.491.000 »
Imprévu, etc.	109.000 »
Total général. . . . . Fr.	1.600.000 »

Cette usine comporte, pour le personnel :

Administration, 1 ingénieur-directeur et 1 comptable, 2 contremaîtres (1 par équipe), 1 électricien et 2 aides (1 par équipe), 1 garde-vannes pour le canal ; 2 hommes par couple de fours et par équipe (soit 16) ; 2 hommes au broyage par équipe (soit 4) ; 4 hommes aux fours à chaux.

II. — Production de l'acétylène.

§ 1. — Disposition générale des appareils.

Les appareils employés pour obtenir l'acétylène au moyen du carbure de calcium peuvent se diviser comme suit : 1° Appareils à contact ; 2° appareils à chute.

Les divers systèmes dans lesquels le carbure était attaqué par une petite quantité d'eau, soit en filet, soit en pluie, paraissent abandonnés : l'attaque du carbure dans ces conditions donnait lieu à une élévation de température, et à des phénomènes de polymérisation. D'autre part, on a renoncé en partie à attaquer toute la masse du carbure à traiter, en raison de la surproduction qui a lieu, alors même que l'eau n'est plus au contact du carbure ; toutes les fois qu'une masse de carbure est attaquée en vase clos en un de ses points, elle arrive plus ou moins vite à une décomposition totale.

On est donc arrivé à diviser la charge totale d'un appareil en un certain nombre de petites charges partielles isolées, soit par un système de casiers (appareil Bon, Société continentale de l'Acétylène), soit par des godets (appareil At-Home, appareil Fourchotte), soit par des assises isolantes (appareils Deroy et Trouvé). En outre, le carbure a été mis en présence d'un excès d'eau, ce qui assure la décomposition complète et méthodique, sans élévation sensible de température.

Mais, quels que soient les dispositifs et leur ingéniosité, il est incontestable que la meilleure solution consisterait à projeter simplement le carbure dans une masse d'eau par charges définies, au moyen d'un bon distributeur, procédé recommandé par M. Moissan. L'obstacle auquel on se heurte consiste dans l'irrégularité de forme du carbure tel qu'il est fourni par l'industrie, qui n'est pas arrivée à le livrer sous une forme régulière. Divers appareils très ingénieux ont déjà été établis sur ce principe : l'acétylénogène O. Patin exige le concassage préalable du carbure, son imprégnation de pétrole, et le chargement anticipé d'une série de casiers. On a voulu tourner cette difficulté en employant du carbure granulé. L'opération de la pulvérisation constitue une augmentation sensible du prix de la matière première. Ce carbure pulvérisé s'altère plus facilement à l'action de l'air, son rendement en gaz diminue et, d'autre part, les organes

de distribution s'encrassent facilement. Ces appareils exigent encore des perfectionnements pour entrer dans la pratique.

L'appareil de la Société internationale est ainsi constitué : le carbure granulé est introduit dans une trémie portant à sa partie inférieure une soupape de distribution. Pendant la descente de la cloche, la tige de la soupape rencontre un plateau de butée ; la soupape se soulève, le carbure granulé s'écoule, rencontre le disperseur, et tombe en gerbe dans l'eau, le gaz se dégage et la cloche remonte en provoquant la fermeture de la soupape.

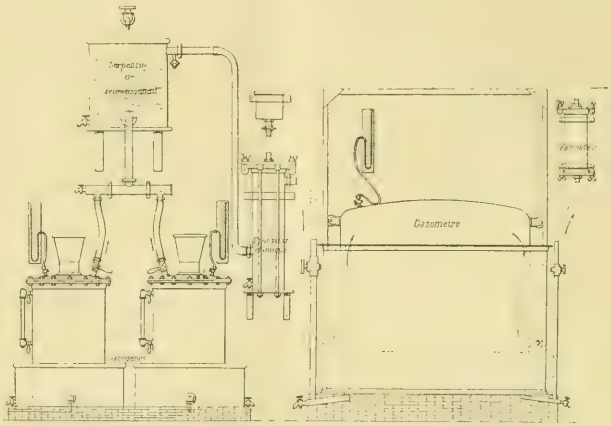


Fig. 6. — *Coupe d'une usine de gaz acétylène installée par la Société du gaz acétylène.*

§ 2.
Appareils de grande production.

Un essai de 250 becs a été réalisé par la Société du gaz acétylène pour l'éclairage d'une exposition locale, au Palais du Travail, à Belleville :

Le premier appareil établi par cette Société était automatique, et comprenait 6 générateurs montés en dérivation, et un gazomètre de 2 mètres cubes de capacité. Le chargement et le déchargement des générateurs exigeaient un travail assez long, et nécessitaient la présence d'un homme. Cette Société a depuis établi un modèle d'appareil, dit type *industriel*, non plus automatique, mais se chargeant à la pelle, suivant les besoins de l'éclairage, et qui a pu, pendant quatre mois, éclairer sans le moindre arrêt l'Exposition du Travail.

La même Société a installé chez M. Ollier, industriel à la Courneuve, près Paris, une petite usine de gaz acétylène produisant 6 mètres cubes à l'heure (fig. 6 et 7). Elle est disposée dans un petit bâtiment situé à 20 mètres de l'usine principale, et n'occupant que 12 mètres carrés de superficie. Elle comprend un gazomètre de 6 mètres cubes de capacité, équilibré de façon à donner au gaz une pression de 160 millimètres d'eau.

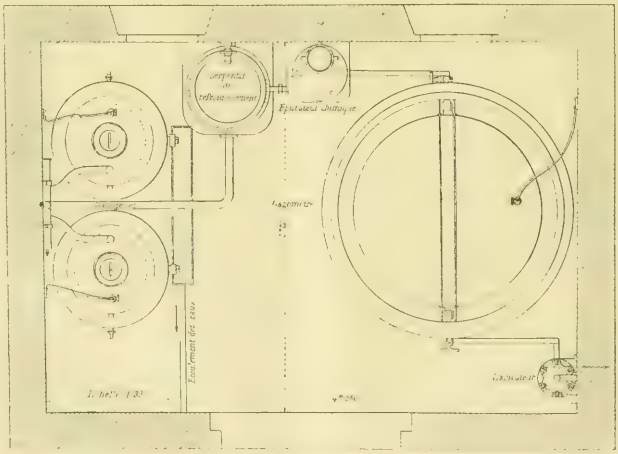


Fig. 7. — *Plan d'une usine de gaz acétylène installée par la Société du gaz acétylène.*

Ce gazomètre est alimenté par deux générateurs du type *industriel* conjugués et disposés de façon à pouvoir produire le gaz soit isolément, soit ensemble. Chacun d'eux peut recevoir jusqu'à 30 kilos de carbure à l'heure. L'appareil (fig. 8) se compose d'un récipient cylindrique C en tôle galvanisée, de 65 centimètres de diamètre ; dans ce cylindre, rempli d'eau jusqu'aux deux tiers de sa hauteur, plonge un large tube B de 16 centimètres de diamètre, légèrement évasé en forme d'entonnoir à l'extérieur.

Ce tube forme la manche de chargement. A la

partie inférieure de cette manche vient s'appliquer un flotteur conique G, qui s'oppose à la sortie du gaz produit dans le générateur. Ce flotteur est guidé de façon à s'abaisser verticalement lorsque le carbure est versé par l'entonnoir; il se relève par la pression de l'eau et vient obturer l'orifice inférieur de la manche de chargement.

Le carbure traverse une légère couche de 3 à 4 millimètres de pétrole, qui le recouvre superficiellement, et lui permet de traverser la colonne d'eau sans être attaqué; il tombe dans le fond du générateur et se décompose.

Un bac de refroidissement entoure le gazogène et s'oppose à l'échauffement. Le fond de l'appareil est en forme de tronc de cône, fermé par un large clapet D manœuvrable à la main par le bras F.

Les résidus de la décomposition du carbure viennent s'y accumuler et on les évacue de temps en temps; ils tombent dans un large caniveau couvert E, qui les conduit à l'extérieur dans un puisard constitué de façon à pouvoir évacuer l'eau et recueillir la chaux hydratée. Une sonnerie électrique, actionnée par le mouvement de la cloche du gazomètre, avertit du moment où le chargement doit être renouvelé.

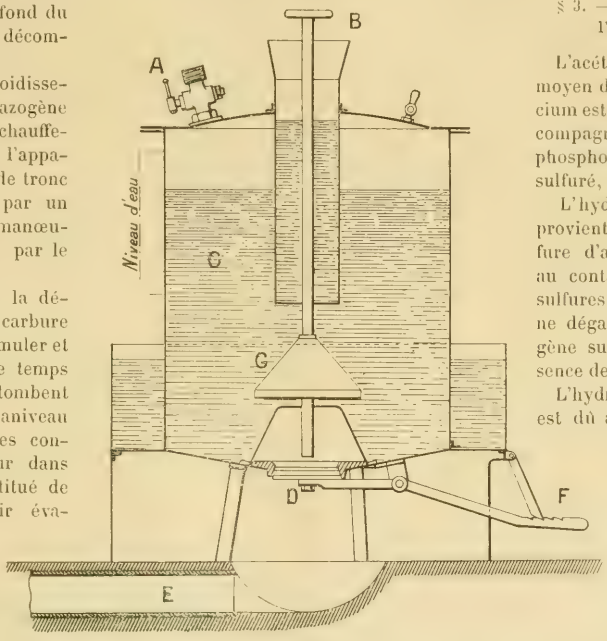


Fig. 8. — *Générateur d'acétylène de la Société du gaz acétylène.* — C, récipient cylindrique en tôle, en partie rempli d'eau; B, tube de chargement; G, flotteur conique s'opposant à la sortie du gaz; D, clapet de vidange, manœuvré par le bras F; E, tuyau de purge; A, sortie du gaz.

Des générateurs, le gaz ainsi formé se rend au gazomètre en traversant :

1° Une nourrice, à laquelle sont reliés les appareils de production;

2° Un serpentin refroidi, dans lequel se font à la fois la condensation des vapeurs entraînées et une véritable épuration physique; la plupart des hydrocarbures lourds sont arrêtés;

3° Du serpentin, le gaz se rend à l'épurateur chimique. L'épurateur comprend, en outre, une cuve de barbottage dans laquelle le gaz se débarrasse des traces d'ammoniaque qu'il renferme;

4° A la sortie de l'épurateur chimique, le gaz se rend au gazogène, où il se détend, se repose, ce qui paraît important pour l'acétylène. A la sortie du gazomètre, il passe dans un dessicateur constitué par une colonne de carbure de calcium.

Enfin, à l'origine de la canalisation, se trouve un appareil extincteur de retour de flamme, formé par une série de toiles métalliques espacées de 1 centimètre, qui s'opposent à toute rentrée de la flamme dans le gazomètre.

§ 3. — Epuration de l'acétylène.

L'acétylène obtenu au moyen du carbure de calcium est généralement accompagné d'hydrogène phosphoré, d'hydrogène sulfuré, d'ammoniaque.

L'hydrogène sulfuré provient sans doute du sulfure d'aluminium Al^2S^3; au contact de l'eau, les sulfures alcalino-terreux ne dégagent de l'hydrogène sulfuré qu'en présence des acides.

L'hydrogène phosphoré est dû à la présence du phosphate de chaux dans les calcaires employés à la fabrication de la chaux.

La présence de l'ammoniaque aurait pour origine l'action de l'eau sur l'azoture de calcium qui existe dans le carbure et provient sans doute du contact de l'air pendant le refroidissement du carbure. Cet azoture donne avec l'eau de la chaux et de l'ammoniaque.

Pour des carbures produisant de 280 à 305 litres de gaz, la somme des gaz étrangers ne dépasse pas 1 %.

Voici la moyenne de quelques analyses de gaz :

Hydrogène	0,06 %
— phosphoré	0,02
— sulfuré	0,18
Ammoniaque	0,5
	0,76 %

On pourra supprimer en partie ces impuretés en

employant, pour la fabrication du carbure de calcium, des produits ne contenant pas de phosphate de chaux, de soufre ou d'alumine, ou bien en faisant subir au gaz une épuration chimique.

On emploie actuellement pour l'épuration un mélange de sulfate de fer, sulfate de cuivre, sesquioxyde de fer, protochlorure de fer, auquel on ajoute de la braise et de la sciure de bois.

Le protochlorure de fer s'empare de l'ammoniaque pour former du chlorure ammonique et de l'hydrate ferreux. L'oxyde de fer hydraté donne avec l'hydrogène sulfuré du sulfure de fer et de l'eau. Le sulfate de cuivre absorbe l'hydrogène phosphoré.

III. — Emploi de l'acétylène a l'éclairage.

De récents accidents ont montré les dangers de l'acétylène liquide. On doit, au moins dans l'état actuel des appareils, se garder d'employer l'acétylène sous cette forme. Au contraire, et il faut y insister, l'acétylène gazeux n'offre en lui-même aucun danger, et il semble en être à peu près de même de l'acétylène accumulé sous forme de dissolution.

§ 1. — Emploi de l'acétylène gazeux.

L'acétylène gazeux se brûle, comme le gaz d'éclairage ordinaire, dans des becs à flamme et dans les appareils à incandescence.

1. *Becs à flamme.* — La question des becs n'est pas encore complètement résolue et tous les jours les inventeurs présentent de nouveaux modèles. Différentes hypothèses ont été émises sur l'obstruction des becs; l'une des causes principales serait la formation de carbures liquides qui se solidifient et produisent des dépôts charbonneux. Il faut brûler l'acétylène dans des becs à trous très fins, ou dans des becs papillons à fente très étroite, en donnant au gaz une pression de 80 à 120 millimètres et de 300 millimètres pour certains becs à appel d'air. Dans ces conditions, le gaz lancé avec une certaine vitesse en lame mince, est en contact avec une quantité d'air suffisante pour être complètement brûlé, et la combustion ne se produit qu'à une certaine distance du bec, ce qui évite l'encrassement par le dépôt charbonneux.

Parmi les modèles les plus récents, nous pouvons citer le bec Bocandé-Gillet (fig. 9), à appel d'air, composé de trois ajutages superposés, A, B, C, de diamètres croissants, et muni de deux petites ouvertures latérales *d* pour l'appel d'air; il est surmonté d'une tête en stéatite formant papillon. Ce bec fonctionne dans de bonnes conditions, mais avec une pression de 200 millimètres d'eau.

Le bec Viard (fig. 10) est un bec conjugué, formé de deux petits canaux terminés par un tube capillaire en verre, présentant l'aspect de deux petites cornes qui viennent déboucher sous une inclinaison de 50 à 60°, à 15 millimètres l'une de l'autre; de ces deux orifices très petits, sortent deux jets qui viennent se briser et donnent une

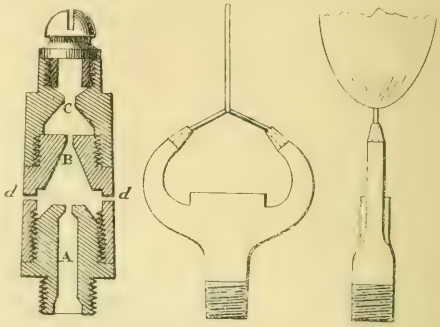


Fig. 9. Fig. 10.

Fig. 9. — *Bec Bocandé-Gillet.* — A, B, C, ajutages superposés; *d*, *d*, appels d'air. — Fig. 10. *Bec Viard.*

flamme étalée dans un plan normal à la direction des jets. Cette disposition a pour but d'éloigner la zone de décomposition des orifices de sortie, et d'éviter l'encrassement.

D'après le même principe, nous trouvons le bec Lebeau (fig. 11), qui se compose d'une chambre en

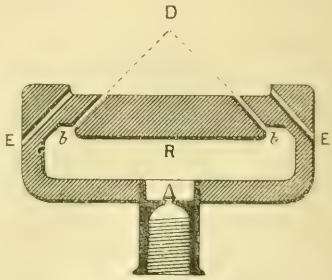


Fig. 11. — *Bec Lebeau.* — R, chambre en stéatite; *b*, *b*, arrivées du gaz; D, jonction des deux jets gazeux; E, E, prises d'air.

stéatite R, servant de régulateur, et où le gaz s'échauffe; de deux ouvertures d'arrivée du gaz *b*, de position invariable, produisant la jonction des jets gazeux en D, et de deux prises d'air E, facilitant la combustion. La flamme est fixe et ne produit pas de dépôt charbonneux.

Le même constructeur a établi un bec pour éclairage de haut en bas, constitué par une tête en stéatite de forme cylindrique, présentant plusieurs

canaux semblables à *b*, disposés sur les génératrices d'un cylindre vertical. Le plan de jonction des flammes est horizontal.

Le bec Jarre se compose d'un bec en stéatite produisant deux jets divergents et recouvert d'un capuchon métallique forçant les deux jets à se rencontrer, comme dans le bec Viard. Le nettoyage se ferait en enlevant le capuchon pour donner un coup de brosse sur le bec en stéatite.

Quelques inventeurs ont cherché à mélanger l'acétylène avec l'azote ou l'acide carbonique; nous signalerons comme essai nouveau un mélange d'acétylène et d'hydrogène, qui donnerait de bons résultats.

D'après les expériences de MM. Dumont et Hubou, la dépense pour les becs donnant moins de 1 carcel est de 8 lit. 1/2; entre 1 et 2 carcels, elle est de 8 litres; de 2 à 5 carcels, de 7 litres; enfin au-dessus de 10 carcels, de 5 litres 1/2 seulement (Tableau I).

Dans ce tableau les matières employées à l'éclairage sont comptées comme suit :

Bougie en stéarine	2f 00 le kilo.
Huile de colza épurée	1,65 —
Pétrole de luxe	0,97
Gaz de houille	0,32 le mètre cube.
Lampe à incandescence	1,00 le kilowatt-heure.
Acétylène (450 fr. la tonne de carbure)	1,50 le mètre cube.

2. — *Brûleurs à incandescence.* M. Turr a construit des brûleurs genre Bunsen, avec appel d'air et réglage, donnant une flamme bleue, entourée d'une aigrette rouge; sur ce brûleur on dispose un manchon. La carcel-heure est produite avec une dépense de 2 lit. 1/2; les plus petits manchons, ayant 6 centimètres de hauteur et 2 centimètres de diamètre à la base, donnent 12 carcels. On peut obtenir, avec des manchons de 9 centimètres de hauteur et de 3 cent. 1/2 de diamètre, une puissance lumineuse de 55 carcels. Ce mode d'éclairage a été proposé pour les phares. Le prix de revient serait, pour des intensités variant de 120 à 1.000 bougies, de 0 fr. 005 pour la dépense de carbure, plus 0 fr. 001 pour le pétrole d'imprégnation et les manchons, par carcel-heure.

Dans les phares, il est indispensable de se préoccuper de l'emplacement. Pour un éclairage de 120 bougies et une durée moyenne de douze heures, la quantité de carbure pour trois mois sera de 108 kilos, et le volume de 60 décimètres cubes, soit un fût de 40 centimètres de diamètre sur une hauteur de 50 centimètres.

La quantité de pétrole destinée à recouvrir le carbure, afin d'en éviter l'altération, sera de 23 litres. Le gazogène aurait 60 centimètres de hauteur et 28 centimètres de largeur.

M. Turr a construit une lanterne qui permet d'utiliser l'incandescence pour la cinématographie, dans les mêmes conditions que l'arc électrique.

Le chauffage par le gaz acétylène semble un problème résolu, en employant des fourneaux munis de brûleurs à appel d'air, identiques à ceux employés pour l'incandescence.

Le meilleur rendement est obtenu lorsque la flamme présente un liseré bleu de 1 millimètre environ autour de l'orifice de sortie, une zone

Tableau I. — Prix de revient et pouvoirs éclairants des différents modes d'éclairage.

	POUVOIR ÉCLAIRANT	CONSOMMATION HORAIRE	PRIX DE REVIENT du bec-heure	PRIX DE REVIENT par carcel-heure
	carcels		centimes	francs
Bougie	0,125	10 grammes.	2	0,160
Lampe carcel	1	42 —	4,4	0,044
Lampe pétrole, 7 lignes, plat	0,5	20 —	1,94	0,0388
— 18 — rond	3,2	80 —	7,7	0,0256
Bec papillon gaz	1	140 litres.	4,2	0,042
Bec parisien	5,75	200 —	6	0,0102
—	9,60	300 —	9	0,0102
Cromartie P. M.	3,70	170 —	5,1	0,0137
— G. M	5,72	370 —	11,1	0,0195
L'Industriel	7	350 —	10,5	0,015
—	10	425 —	12,8	0,0128
—	22	750 —	22,5	0,01
Lampe Wenham	5,8	170 —	5,1	0,01
—	11,09	283 —	8,5	0,0075
—	12,30	426 —	12,8	0,0098
Bec Auer n° 1	3	85 —	2,6	0,0086
— n° 2	5	120 —	3,6	0,0072
Lampe à incandescence	1	30 watts-heure.	3	0,03
Bec acétylène	5	35 litres.	5,83	0,0116
Bec id.	10	50 —	8,33	0,00833
Incandescence par l'acétylène (carbure à 500 fr. la tonne), système R. Turr, brev. S. G. D. G.	12	30 —	5	0,0041

blanche éclairante de 5 à 6 millimètres, une zone presque incolore, légèrement violacée, de 15 à 20 millimètres.

Le tableau II résume le résultat d'un certain nombre d'essais réalisés par la Société du gaz acétylène.

Tableau II. — Essais à l'incandescence.

ESSAIS	PRESSION en millimètres d'eau	DÉBIT à l'heure du gaz	TEMPS nécessaire pour porter à l'ébullition 1 litre d'eau pris à 10°
	millimètres	litres	min. sec.
1er	160	36,5	17 30
2e	200	42	13 00
3e	160	56	13 00
4e	200	63	19 15

Le débit des brûleurs à la sortie du mélangeur d'air et d'acétylène était, pour les quatre essais, de 500 litres. Si nous prenons une dépense moyenne de 10 litres, et le prix du carbure à 400 francs la tonne, la dépense, pour porter un litre d'eau à l'ébullition, sera de 1 centime 33 ; en supposant pour le gaz une dépense de 45 litres, le prix sera 1 centime 35.

§ 2. — Emploi de l'acétylène dissous.

MM. Claude et Hess ont utilisé la solubilité de l'acétylène dans l'acétone, qui augmente sous l'influence de la pression, pour transporter un grand volume d'acétylène dans des récipients de petite dimension et sous pression relativement faible. D'après MM. Claude et Hess, l'acétone dissoudrait de 25 à 30 volumes d'acétylène, et, sous une pression de 10 atmosphères, 1 litre d'acétone emmagasinerait 250 litres d'acétylène, que l'on pourrait utiliser dans un brûleur, en interposant un détendeur régulateur de pression ; le gaz dissous se dégagera comme l'anhydride carbonique dans les siphons d'eau de Seltz. En employant l'acétylène liquéfié à 37°,5, le même récipient devrait supporter une pression de 70 atmosphères!

En résumé, un récipient de 2 litres, sous une pression de 12 atmosphères, peut contenir 400 litres d'acétylène, c'est-à-dire de quoi alimenter une lampe de 20 bougies pendant 26 heures.

La vapeur d'acétone entraînée par l'acétylène ne nuit pas au rendement lumineux.

La quantité d'acétone entraînée n'est que de 20 centimètres cubes par litre, soit environ une dépense de 2 centimes.

Au point de vue de l'explosibilité, les inventeurs citent l'expérience suivante, qui consiste à maintenir au rouge vif, par le courant électrique, un fil de platine plongé dans une dissolution d'acétylène dans l'acétone, sous 3 atmosphères, renfermée dans un siphon d'eau de Seltz.

Dans un deuxième brevet, MM. Claude et Hess semblent revenir aux procédés de liquéfaction. Voici l'ensemble de ce brevet : « L'acétylène est soluble dans de nombreux liquides ; de cette solubilité, il résulte que, si l'on comprime de l'acétylène renfermant une quantité très faible de vapeur du dissolvant, la liquéfaction est obtenue, à température égale, à l'aide de pressions moindres que celles nécessaires pour l'acétylène pur. »

La température critique de l'acétylène liquéfié ainsi obtenu est plus élevée que celle de l'acétylène pur liquéfié.

L'acétylène purifié est mélangé à des traces de ces produits par simple barbottage et liquéfié par les moyens ordinaires avec ou sans le concours de la réfrigération. Il serait intéressant de connaître le point et la pression critiques de ce nouveau mélange et de savoir comment il se comporte en présence des causes ordinaires d'explosion.

M. Barillot a cherché, de son côté, à produire une combinaison d'acétylène, stable dans certaines conditions, et destructible ensuite par mise en liberté de l'acétylène. L'acétylène ayant pour formule

$$\begin{array}{l} C - H \\ \| \\ C - H \end{array}$$

c'est-à-dire disposant de deux valeurs de saturation, doit être facile à combiner et, pour cette combinaison, il faut s'adresser à des produits non saturés.

M. Barillot débarrasse l'acétylène des gaz phosphorés, sulfurés et surtout des phosphines qui se forment par l'action de l'eau sur le carbure, au moyen d'un barbottage lent du gaz dans l'acétone qui enlève ces produits. L'excès d'acétone entraîné est enlevé par un second barbotage dans le bisulfite de soude, de densité 1,135 ; enfin, il termine par un passage sur un alcali, pour enlever les traces de SO^2 entraîné.

Dans ces conditions de pureté, l'acétylène est presque inodore ; l'intensité lumineuse de sa flamme est augmentée, elle semble ne pas encrasser les becs. Au début de l'entrée de l'acétylène dans les acétones et les kétones, il se produirait un phénomène de dissolution ; mais, à mesure que la pression augmente, on s'approche d'une limite où il y a combinaison réelle. Entre 5 et 6 atmosphères, l'acétylène, refroidi sous la pression de 6 kilos, pénètre dans les acétones ou dans les kétones en y produisant un dégagement perceptible de chaleur.

Pour obtenir le maximum de combinaison d'acétylène, il faut opérer la compression en plusieurs phases et laisser aux corps mis en jeu un temps de contact assez long pour permettre la combinai-

son. C'est là, comme on le sait, la caractéristique de beaucoup de réactions organiques (éthérification, saponification, etc.).

Ces combinaisons n'existent que sous pression, analogues en cela aux chlorhydrates, iodhydrates, bromhydrates de phosphure d'hydrogène; elles laissent dégager l'acétylène régulièrement par dépression.

Les procédés de MM. Claude et Hess et de M. Barillot ne sont pas encore suffisamment connus, mais ils permettent d'entrevoir la solution du problème de l'éclairage domestique, des wagons, des navires et des phares, en supposant que l'emploi de l'acétylène, dissous ou combiné, ne présente pas plus de danger que celui de l'acétylène gazeux.

(fig. 12, 13 et 14); elles se composent de deux plaques A, entretoisées solidement par des boulons B et laissant un espace libre entre elles à la partie supérieure.

L'écartement de cet orifice est mathématiquement déterminé (4 à 5/10 de millimètre) par deux règles CC′ qui peuvent être rapprochées ou écartées à volonté. C'est par l'intervalle laissé entre ces plaques que s'échappe le mélange d'acétylène et d'air. Les extrémités de cette rampe sont fermées par des plaques D (fig. 13) munies de tourillons E, qui permettent d'incliner la rampe à volonté; un de ces tourillons est creux pour recevoir un T muni de deux robinets par lesquels entrent, d'un côté, l'acétylène et, de l'autre, l'air.

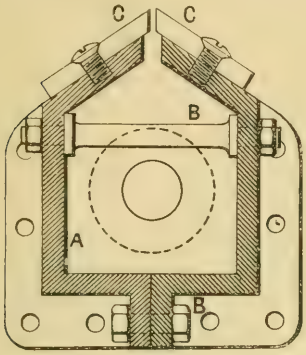


Fig. 12.

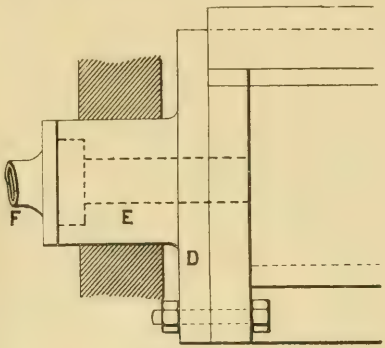


Fig. 13.

Fig. 12 et 13. — *Rampes à acétylène pour le grillage des tissus.* — A, A, plaques entretoisées par des boulons B, B; C, C, règles mobiles entre lesquelles passe le gaz; D, plaques munies de tourillons E, permettant d'incliner la rampe à volonté; F, entrée du gaz.

IV. — Emploi de l'acétylène comme combustible.

L'acétylène n'a jusqu'à présent reçu qu'un petit nombre d'applications comme combustible. Mais il est permis de penser que ces applications se développeront rapidement dès que viendra à être abaissé, par suite d'abondante production, le prix du carbure de calcium.

§ 1. — Grillage des tissus.

Dans l'industrie textile, le grillage des tissus joue un rôle considérable, surtout pour les tissus à imprimer. Cette opération consiste à faire passer rapidement le tissu au-dessus d'une flamme de gaz mélangée d'air et brûlant bleu comme dans un Bunsen. Or, le gaz acétylène chauffant beaucoup plus que le gaz ordinaire, donne une plus grande rapidité au grillage, d'où perfection dans l'exécution et économie de temps. De plus, il permet de faire le grillage là où il n'y a pas d'usine à gaz.

Les rampes employées sont à flamme unique

L'acétylène entre à une pression de 160 millimètres d'eau, et l'air est introduit sous une pression de 200 à 220 millimètres. De cette manière, on obtient une flamme rigoureusement droite, incolore, donnant le maximum d'intensité de grillage. La vitesse du tissu peut atteindre 50 mètres à la minute, soit 3 kilomètres à l'heure. C'est plus du double de la vitesse obtenue avec le gaz ordinaire.

La dépense par mètre de rampe est d'environ 250 litres de gaz acétylène par heure.

§ 2. — Chauffage des calandres.

Pour le chauffage des calandres, on se sert d'un tube de fer dans lequel on fait arriver un mélange d'air et d'acétylène; le gaz est introduit sous une pression de 160 millimètres d'eau, et l'air, sous une pression de 250 à 300 millimètres. Le long du tube sont disposés des brûleurs à fente large, espacés de 8 à 10 centimètres.

La flamme obtenue doit être presque incolore, tirant sur le violet.

Une extrémité du cylindre de la calandre reste libre; l'autre est continuée par une cheminée.

La température des cylindres doit être de 150 à 180°. Cependant, ceux destinés au gaufrage ou au moirage doivent atteindre 220 à 250°. Le chauffage au gaz, quoique moins économique que celui à la vapeur, est préférable à ce dernier au point de vue du fini du travail.

Pour chauffer un cylindre de 1m,50 de longueur, de 200 millimètres de diamètre, de 4 centimètres d'épaisseur, il faut dépenser 350 à 400 litres de gaz. Pour l'entretenir à 180° il faut compter sur une dépense horaire de 150 à 200 litres.

§ 3. — Application de l'acétylène aux moteurs.

Des essais ont été entrepris par M. Ravel, qui conclut de ses expériences qu'un litre d'acétylène produit sur le piston d'un moteur à gaz, du type de deux chevaux, un travail indiqué de 860 à 870 kilogrammètres. Le même moteur, avec le gaz d'éclairage, dépensait de 940 à 960 litres par cheval-heure pour 2 chevaux effectifs. La puissance de l'acétylène serait donc de 2,1 fois celle du gaz de houille, et la consommation par cheval-heure effectif de 460 litres d'acétylène sous la pression atmosphérique.

M. Cuinat a réalisé une série d'essais, dont voici le résultat, sur un moteur à gaz à détente prolongée:

A vide : consommation 475 litres;

A demi-charge : (3 chevaux) 291 litres par cheval-heure effectif;

A pleine charge : (6 chevaux) 175 litres par cheval-heure effectif;

Pression du gaz : 50 millimètres.

Nous ne pouvons tirer aucune conclusion de ces résultats différents, l'emploi de l'acétylène pour les moteurs étant encore dans la période d'essai.

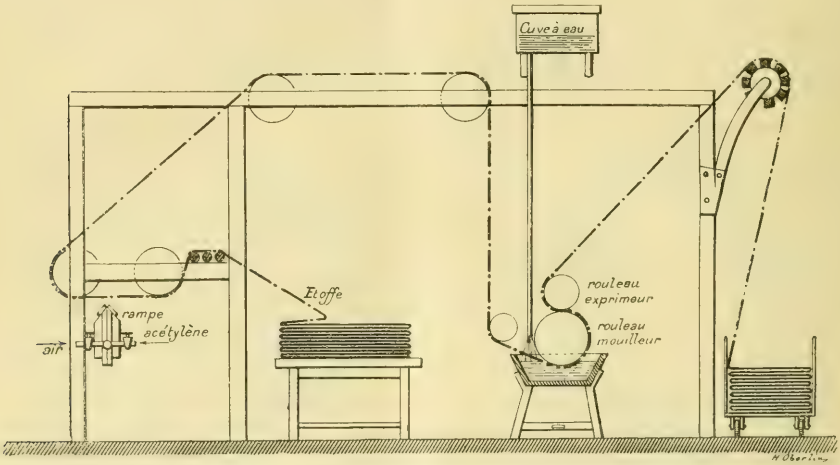


Fig. 14. — *Schéma du grillage des tissus.* — L'étoffe, placée sur un support, est conduite par des rouleaux mobiles sur la rampe à acétylène où elle se *grille;* plus loin, elle reçoit un filet d'eau qui l'imbibe complètement, puis elle passe entre deux rouleaux qui expriment l'eau qu'elle a reçue; enfin elle est conduite dans un chariot destiné à l'emporter.

F. Dommer,

Professeur de Chimie industrielle à l'École de Physique et de Chimie de la Ville de Paris.

SUR LA NATURE DE L'ATTRACTION NEWTONIENNE

Nos lecteurs se souviennent de l'exposé magistral que M. Vernon Boys a fait de ses mesures de la constante de la gravitation dans la Revue *du 30 janvier dernier, et des très fines remarques de M. C.-E. Guillaume qui accompagnaient cet article. Ces deux études ont excité un grand intérêt parmi les physiciens; plusieurs savants nous ont adressé à ce propos d'intéressants aperçus. Nous publions ci-après une étude de M. Saint-Romas, ingénieur des Ponts et Chaussées, qui nous semble caractériser nettement l'une des façons dont beaucoup de personnes comprennent la loi de Newton. M. C.-E. Guillaume, auquel nous avons communiqué cet article, y a fait une courte réponse que l'on trouvera insérée à la suite.*

(Note de la Direction.)

I. — LA LOI DE NEWTON CONSIDÉRÉE COMME UNE NÉCESSITÉ LOGIQUE

Sur quelque point des sciences abstraites que s'exerce l'esprit humain, lorsque l'on remonte la chaîne des idées jusqu'aux principes fondamentaux, il arrive toujours un moment où le raisonnement s'arrête, où l'investigation devient impuissante. On touche à la métaphysique et il est illusoire de chercher à aller plus loin sans sortir du domaine scientifique proprement dit.

Il est remarquable, d'ailleurs, que les postulats ou les principes primordiaux auxquels on se trouve ainsi, en quelque sorte, acculé, ont un caractère de simplicité et de généralité tel que l'esprit en est satisfait ; l'on sent alors qu'il est impossible d'aller plus loin dans la voie de l'analyse, et que l'on est arrivé à la limite du cercle infranchissable. Lors donc que l'on rencontre dans le développement d'une science, l'énoncé d'un principe qui n'a pas ce caractère, on ne peut se défendre de cette impression que l'analyse n'a pas été poussée assez loin, ou, tout au moins, que le système adopté pour les définitions et pour l'exposé de la science n'a pas revêtu la forme susceptible de mettre le véritable principe en lumière et sous son aspect définitif.

Ainsi, la loi du carré des distances en Optique ne satisfait en rien l'esprit : en décomposant, au contraire, ce principe en ses éléments, il devient, pour l'esprit, une véritable nécessité. Tout se réduit, en dernière analyse, à la conception de certaines conditions théoriques ; si elles ne sont pas remplies, le principe n'existe plus ; si elles le sont, le principe est imposé par le raisonnement, il prend le caractère même d'un théorème de Géométrie.

Il importerait donc beaucoup, au point de vue de la logique et de la clarté, que, dans l'exposé didactique des sciences, l'on s'astreignît à mettre en lumière sur chaque objet fondamental ce point critique de passage de la science proprement dite à la métaphysique. Il conviendrait de ne pas rester en deçà en considérant comme des postulats ou des principes rationnels ou expérimentaux, des lois qui peuvent être déduites par le raisonnement, des définitions précédemment admises et convenablement coordonnées ou d'idées plus simples. Il conviendrait autant de ne pas aller inconsciemment au delà, en admettant implicitement dans les démonstrations de véritables postulats ou principes non énoncés.

Malheureusement, il n'est pas toujours facile d'en arriver là. Ainsi, le principe de la conservation de l'énergie, par exemple, donne lieu, en dernière analyse, à la conclusion suivante de M. Henri Poincaré : « Si l'on veut énoncer le principe dans toute sa généralité, et en l'appliquant à l'Univers, on le voit, pour ainsi dire, s'évanouir, et il ne reste plus que ceci : Il y a quelque chose qui demeure constant. » Tel postulat, comme celui d'Euclide, ne livre à l'esprit sa valeur véritable qu'après la création de géométries purement symboliques, — ce qui est un procédé bien détourné.

Laissant de côté ces questions d'ordre général, nous nous proposons d'appliquer cette méthode à un point particulier et de faire voir que la première partie de la loi de Newton, à savoir la proportionnalité de la force d'attraction aux masses agissantes, ne doit pas être considérée comme un résultat de l'expérience, mais qu'elle révèle une propriété de la matière d'un énoncé beaucoup plus simple ayant presque, sous cette forme, le caractère de l'évidence.

I

Dans les traités de Mécanique, on définit d'abord la force, ou, pour mieux dire, on constate l'existence de forces comparables entre elles par leur action sur un système matériel déterminé. Il faut bien prendre garde que ces forces ne se manifestent que par une propriété spéciale prise par la matière dans des conditions déterminées et que l'on ne peut concevoir la force, abstraction faite de la matière.

Puis, la masse est définie par le rapport commun

des forces aux accélérations qu'elles impriment à chaque système matériel.

Enfin, lorsqu'on arrive à l'étude de l'attraction newtonienne, on énonce comme un fait vérifié par l'expérience que les corps s'attirent proportionnellement à leurs masses.

Pourtant, l'esprit n'est pas satisfait et l'on sent bien que cette loi n'est pas accidentelle. Il est évident, par exemple, que si la Terre attire avec une certaine force un litre d'eau situé en un point de l'espace, elle attirera exactement avec la même force un autre litre d'eau placé au même point. D'où, immédiatement, l'idée que, dans certains cas, au moins celui de l'identité, par exemple, la proportionnalité des forces aux masses en jeu n'est pas un fait expérimental, mais bien une nécessité pour notre esprit.

Toute la difficulté me paraît n'être qu'apparente et provenir uniquement de la définition ordinaire de la masse. Dans cette définition, en effet, la masse est un rapport, c'est-à-dire une chose abstraite ne correspondant à aucune représentation dans l'esprit, tandis qu'en réalité, vis-à-vis des forces newtoniennes, l'idée de masse est une chose concrète et précise. C'est la propriété essentielle de la matière, sous toutes ses formes si diverses, par rapport à ces forces ; c'est le degré de réaction des divers modes de la matière par rapport à ces forces. En un mot, c'est une propriété de la matière comme la conductibilité ou la transparence, avec cette caractéristique que c'en est la propriété capitale, en raison du principe de la conservation de la masse et de ce fait que nous n'avons pas d'autre moyen de définir une quantité déterminée de matière, indépendamment de ses transformations physiques ou chimiques, autrement que par sa masse.

En second lieu, la définition de la masse est une définition dynamique qui suppose le mouvement, tandis que l'idée la plus simple que l'on peut se faire des forces est un phénomène statique, comme celui de l'action d'une force équilibrant un ressort. Aussi n'est-il pas étonnant que, lorsqu'on passe de cette définition à l'étude de l'attraction newtonienne, on ne trouve plus aucune relation théorique entre l'idée de masse et celle de l'attraction.

II

Changeons la méthode. Considérons un centre d'attraction déterminé, la Terre, par exemple, agissant sur les substances placées en un point défini de l'espace. Prenons pour unité de masse la quantité d'une substance homogène connue susceptible de donner, sous l'effort d'attraction, naissance à une force déterminée mesurable par un ressort. Ce sera, par exemple, un kilogramme d'eau défini à la manière habituelle. Il est bien évident que, si nous remplaçons ce kilogramme d'eau idéal par une quantité d'eau égale, l'action de la Terre sera la même et nous aurons le moyen de mesurer la masse de toute la matière qui sera sous la forme prise pour étalon. Si nous passons à une autre substance, nous devrons en prendre un volume différent pour avoir la même action sur notre ressort, mais nous parviendrons à diviser chaque substance en masses équivalentes entre elles et à notre étalon par rapport à l'action du centre attirant. Nous pourrons donc mesurer la masse de tous les corps de l'Univers.

Nous aurons ainsi classé, en quelque sorte, tous les corps de l'Univers par rapport à l'action du centre attirant qui nous occupe : nous aurons déterminé leurs masses (les quantités ainsi définies seront proportionnelles aux masses de la définition usuelle).

Et, dans ces conditions, n'est-il pas évident, par la définition même, que l'action du centre attirant sur les corps attirés sera proportionnelle à la masse de chacun de ces corps?

Quant à l'influence de la masse même du corps attirant, il faudra, pour nous en faire idée, que nous considérions l'action inverse d'un autre centre d'attraction sur celui qui nous a servi jusqu'ici, mais, bien entendu, en conservant les unités de masse qui ont été définies une fois pour toutes. Quel sera donc le résultat de l'action de ce nouveau centre sur les unités de masse définies dans le premier? Si ces unités de masse considérées sont constituées de la même substance, l'idée s'impose comme une nécessité à notre esprit que, sous l'action du nouveau centre, elles réagiront d'une manière identique. Si elles sont de substances différentes, elles continueront à être des unités par rapport au nouveau centre, c'est-à-dire à donner toutes la même réaction, et alors la loi de proportionnalité des masses, déjà démontrée pour les corps attirés, deviendra également une nécessité pour la masse du corps attirant. Ou bien, le fait n'aura pas lieu, mais alors la loi de Newton n'existerait plus.

III

Ainsi donc, en dernière analyse, la loi de proportionnalité des forces attractives aux masses n'est qu'une conséquence, une forme altérée d'un principe primordial pouvant être énoncé ainsi :

« Dans l'Univers, tous les corps exercent les uns sur les autres des actions attractives réciproques, soumises à cette règle que, si deux quantités de matière réagissent de la même manière sous l'action d'un corps attirant, elles réagissent égale-

ment de la même manière sous l'action d'un autre corps attirant quelconque de l'ensemble. »

Mis sous cette forme, le principe paraît naturel à l'esprit et dépouille le caractère accidentel qui affecte à première vue la loi de proportionnalité aux masses.

Rentrant dans l'ordre d'idées où nous nous sommes placé dès le début de la présente étude, nous estimons que c'est là ce qu'il faut considérer, au point de vue de l'idée de masse, comme le véritable fait essentiel, vérifié par l'expérience, dans l'étude des conséquences nécessaires de la loi de Newton.

J. Saint-Romas.
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

II. — LA LOI DE NEWTON CONSIDÉRÉE COMME UN RÉSULTAT D'EXPÉRIENCE

Les déductions de M. Saint-Romas, d'une logique si serrée, conduisent à une conclusion bien différente de celle à laquelle j'avais cru pouvoir me rallier dans une précédente étude sur le même sujet. L'un des deux résultats est donc erroné; il ne s'agit pas d'ailleurs d'une subtile distinction, d'un insaisissable plus ou moins. La première loi de Newton est considérée, dans un cas, comme une nécessité d'esprit, comme un véritable *axiome;* dans l'autre, elle est l'expression d'un fait d'expérience. La forme de l'exposition ne doit pas ici nous induire en erreur; la mesure qu'indique M. Saint-Romas est seulement imaginative, et ne sert qu'à matérialiser le raisonnement; son résultat est considéré comme de toute évidence.

I

Analysons cette mesure : « Nous pourrons, dit M. Saint-Romas, mesurer (à l'aide d'un ressort) la *masse* de tous les corps de l'Univers. »

La discussion peut se concentrer tout entière sur cette idée, d'où les autres conclusions découlent d'elles-mêmes.

La réponse n'est pas difficile. L'effort antagoniste d'un ressort mesure un *poids*, non une *masse*. Confondre ces deux notions en une seule revient à admettre comme un simple postulat la première loi de Newton. Toute preuve supplémentaire devient dès lors inutile, et la découverte de Newton se réduit à un énoncé.

Si nous convenons de nous limiter aux forces newtoniennes, nous pourrons affirmer, sans autre restriction, que deux corps, pesés à l'aide d'une balance ou d'un ressort et trouvés de *même poids* en un point quelconque d'un champ d'attraction, seront encore *de même poids* en un autre point du champ. Mais il n'en résulte nullement que, abandonnés en ce point, ils prendront la même accélération. Cette conclusion s'impose seulement si les deux corps sont de même matière; mais, s'ils sont de deux espèces différentes, rien ne nous dit *a priori* que les résistances qu'ils opposent aux forces sont exactement proportionnelles aux efforts réciproques auxquels ils sont soumis en présence d'une autre matière.

C'est précisément cette merveilleuse coïncidence qui constitue la première loi de Newton, démontrée, comme je l'ai rappelé, par les *expériences* du grand philosophe, vérifiée avec une exactitude plus grande par des mesures ultérieures. Cette loi, considérée comme expérimentale, est non point une nécessité, mais la meilleure preuve d'un fait dont la portée est immense : c'est que toutes les matières si diverses qui composent l'Univers possèdent une propriété commune.

Aucun autre phénomène ne nous y conduit aussi directement et d'une manière aussi simple. Sans doute, les *périodes* de la Chimie nous enseignent que les divers éléments ne sont pas des entités isolées : elles nous révèlent certains liens qui existent entre les corps simples, et qui dérivent d'un autre fait plus général et encore caché. La loi de Newton rassemble tous ces liens en un seul faisceau, et c'est ce qui fait sa valeur exceptionnelle pour la philosophie naturelle.

La genèse de l'idée contenue dans cette première loi est purement expérimentale. L'esprit, dans son besoin de relations simples, n'y a ajouté qu'une chose, c'est qu'elle est rigoureusement exacte, bien que la précision des mesures qui l'ont révélée soit forcément limitée.

Il n'y aurait aucune absurdité, d'ailleurs, à supposer que la loi fût restée ignorée et considérée comme une loi limite. La faiblesse des perturbations, le hasard, pourrait-on dire, de la constitution de notre globe, le peu de précision des premières mesures ont peut-être joué un rôle important dans la découverte de cette loi.

On l'a répété bien souvent, si Kepler avait possédé des données précises sur les mouvements des planètes, les lois de ces mouvements lui seraient restées cachées. Il aurait pu en être de même pour la loi de Newton.

On pourrait, sans commettre une faute de logique, imaginer le développement intégral de l'industrie électrique sans la connaissance de la loi de Newton. Supposons que cela soit, et met-

tons-nous à la place d'un chercheur, peu au courant de ce qui se passe autour de lui — cela aussi n'a rien d'absurde — qui ait établi son laboratoire au voisinage d'un puissant électro-aimant dont il ignore la présence; je dis que, dans ces conditions, la première loi de Newton devra échapper à ses investigations. Il trouvera bien un embryon de loi, mais pour certains corps seulement. S'il opère avec une grande précision, les exceptions iront en se multipliant, et finalement la loi de Newton lui apparaîtra comme une loi limite, à laquelle obéissent la généralité des corps, mais qui admet des écarts positifs ou négatifs par rapport à une moyenne dont un grand nombre de substances se rapprochent.

Dans ces conditions, cette loi aurait été classée parmi ces relations un peu vagues, telles que celles de Dalton ou de Dulong et Petit, qui, elles aussi, embrassent toute une série de corps possédant approximativement une propriété commune.

Généralisant cette idée, nous pourrions penser inversement que ces lois deviendront exactes lorsqu'on aura découvert les circonstances simples dans lesquelles toute perturbation est évitée. Peut-être alors, après qu'elles auront été enseignées à plusieurs générations d'écoliers, arrivera-t-on à les considérer comme des nécessités logiques parce que l'on aura oublié leur origine empirique.

On serait parfois tenté d'assimiler la loi de Newton à la loi d'Ohm, toutes deux étant de simples définitions.

Il n'est pas douteux que cette dernière loi procède d'une définition. On peut, en effet, caractériser de la manière suivante les trois facteurs qu'elle embrasse :

La force électro-motrice, principe actif :

L'intensité du courant, procédant du premier facteur;

La résistance, principe passif, *défini par le quotient des deux autres entités directement mesurables.*

Ainsi envisagée, la résistance du circuit devient assimilable à la réciproque d'une conductibilité calorifique, qui dérive de la chute de température, de la quantité de chaleur transportée et des dimensions du conducteur. Le raisonnement de Fourier a été, comme on sait, adapté mot pour mot par Simon Ohm au cas du courant électrique.

Jusque-là, la résistance était une quantité de définition, dont il était impossible de rien préjuger, et c'est l'expérience seule — rappelons ici les recherches trop oubliées de Pouillet — qui a montré la remarquable constance du quotient $\frac{E}{I}$ d'où est résultée l'idée que la résistance est une propriété caractéristique d'un circuit, indépendante de la force électro-motrice.

Mais rien ne nous dit que de nouveaux progrès des mesures confirmeront indéfiniment la constance du quotient $\frac{E}{I}$ dans un même circuit.

Si l'on parvient un jour à mettre hors de doute une variation, si petite soit-elle, de ce quotient, la loi d'Ohm ira rejoindre, après tant d'autres, la loi de Mariotte, à l'infaillibilité de laquelle on a pu croire pendant deux siècles.

II

Beaucoup de personnes confondent le *poids* et la *masse;* un plus grand nombre distinguent ces deux notions, mais ne se rendent pas un compte exact de leurs valeurs relatives. Cette confusion semble provenir d'un vice de méthode dans l'enseignement élémentaire de la Mécanique.

Dans la hâte d'arriver à des données précises et de mettre l'idée en formule, dans la crainte peut-être d'éveiller un doute dans l'esprit des débutants, on fait trop rarement ressortir le côté expérimental des premiers principes de cette science; de telle sorte qu'arrivés au terme de leurs études, les jeunes ingénieurs, les futurs professeurs, regardant en arrière, à un âge où ils ont appris à penser, se demandent ce qui resterait de cet admirable enchaînement logique que l'on nomme la Mécanique rationnelle si on l'avait édifié sur d'autres *hypothèses.*

L'étude de l'histoire des découvertes est, pour eux, le meilleur moyen de refaire leur credo; on leur aurait épargné ces doutes si l'on avait, dès l'origine, posé dans leur esprit ces principes sur une base expérimentale.

Il semblerait fort utile, par exemple, de faire comprendre tout d'abord aux débutants, à l'aide de quelques démonstrations faciles à imaginer, que les masses et les forces sont des quantités additives; la relation

$$\text{accélération} = \frac{\text{force}}{\text{masse}}$$

en découlerait alors tout naturellement.

Voici, par exemple, un appareil (fig. 1) qui, à défaut de la machine d'Atwood, ferait saisir nettement ces premiers principes :

Sur une table bien plane, on place un petit chariot C auquel est attelé un poids P agissant par l'intermédiaire d'une corde supportée par une poulie. Un deuxième système de poulies (L, M) soutient un équipage composé de deux poids (N, K) différents, dont l'un N, le plus léger par exemple, porte une plume disposée pour inscrire son mouvement sur une des parois de la caisse. Par un dispositif facile à imaginer — un électro-aimant par exemple —

les deux équipages sont libérés simultanément. La plume remonte alors le long du chariot, qui, se déplaçant horizontalement, garde la trace du phénomène en une ligne droite oblique partant de O, et dont l'inclinaison dépend du rapport des accélérations des deux mobiles. En changeant soit le poids moteur du chariot, soit la masse entraînée, on obtiendrait un graphique montrant les variations correspondantes de l'accélération ; rien ne serait plus facile alors que d'établir, par le relevé des diagrammes, le fait expérimental contenu dans la relation que je viens de rappeler. En possession de la véritable signification du quo-

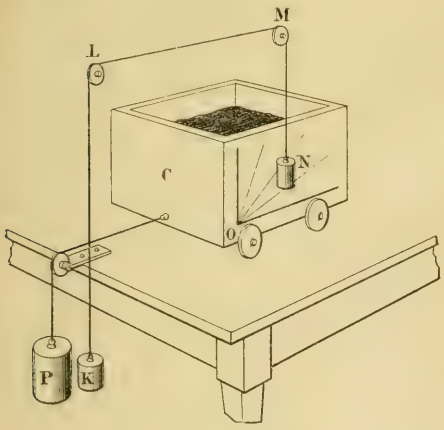


Fig. 1.

tient $A = \frac{F}{M}$, l'élève tirerait lui-même la conclusion qui s'impose lorsqu'on vient d'exprimer cet autre fait que tous les corps ont, à la surface de la Terre, la même accélération.

La plupart des traités de Physique définissent la *masse* comme quotient du poids par l'accélération de la pesanteur. Cette définition pèche de deux côtés : d'abord elle déduit une quantité simple de deux quantités complexes; puis, surtout, elle n'est que la traduction d'un fait d'expérience. Elle est exacte numériquement; philosophiquement, elle est inacceptable *en tant que définition*.

Elle est si éloignée d'une définition que tous les physiciens la considèrent comme erronée dans le cas de l'éther. Nous ne savons rien concernant *le poids* de l'éther, c'est-à-dire la constante des attractions réciproques qui s'exercent entre lui et la matière ; et cependant on a pu, avec quelque apparence de rigueur, chercher à déterminer sa *masse spécifique*[1].

III

Cette discussion m'a entraîné loin de la première loi de Newton ; il convenait de chercher la source première de la divergence entre l'opinion de M. Saint-Romas et celle que j'avais exprimée précédemment. M. Saint-Romas voit, dans les premiers principes de la Mécanique, des axiomes, alors qu'il semble plus correct d'y voir la traduction simplifiée d'une série de faits d'expérience. Sans doute, la pure spéculation a largement contribué à donner à ces premiers principes leur caractère véritable. Les expériences sur lesquelles ils reposent sont rarement précises ; elles ne conduisent pas directement à la simplicité; elles n'y amènent qu'à travers la pensée qui la recherche, mais il ne faut pas oublier cette collaboration.

Ch.-Ed. Guillaume,
Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.

[1] L'idée sur laquelle repose cette évaluation est très simple ; la voici en deux mots : Une radiation est transportée par l'éther à raison de 3.10^{10} centimètres par seconde. L'énergie qui frappe en une seconde une surface de 1 centimètre carré, se trouvait répartie sur un volume d'éther égal à 3.10^{10} cm³, et si la lumière est polarisée circulairement, toute l'énergie reçue en une seconde par la surface considérée, se trouvait à l'état cinétique dans l'éther. On peut connaître, dans le cas d'une radiation homogène, la période vibratoire du mouvement lumineux ; si, de plus, nous connaissons l'amplitude de la vibration, nous aurons tout ce qu'il faut pour calculer la masse d'éther intéressée. C'est l'évaluation de ce dernier facteur qui constitue le point délicat de la méthode. Lord Kelvin, à qui l'on doit le raisonnement qui précède, part de la constance de la vitesse de propagation du mouvement vibratoire pour en déduire la limite supérieure de l'amplitude. Cette vitesse possède une valeur limite, atteinte lorsque l'amplitude du mouvement est infiniment petite ; mais elle reste sensiblement constante tant que l'amplitude est une très petite fraction de la longueur d'onde et que le carré de cette fraction est négligeable.

On peut ainsi estimer la valeur maxima que peut prendre cette amplitude pour assurer encore la constance de la vitesse de propagation. On en déduira la valeur minima de la densité de l'éther. L'évaluation faite par lord Kelvin en 1871 le conduisit à fixer cette limite à 10^{-18}. En d'autres termes, la masse de 1 kilomètre cube d'éther serait au moins égale à un milligramme.

L'amplitude pourrait aussi être déduite du mouvement de la source. Nous possédons une valeur approchée de la distance des molécules. Combinant cette distance avec la dilatation thermique des corps, on arriverait à évaluer l'élongation de la molécule. Il ne semble pas bien difficile de démontrer, au moins avec le degré de probabilité que présente tout le raisonnement ci-dessus, que l'amplitude du mouvement de l'éther est sensiblement égale à celle de la source. On aurait ainsi la base d'une autre évaluation de la densité de l'éther. Mais, avant que l'on puisse procéder avec quelque chance de succès au calcul numérique, il conviendrait de fixer définitivement la théorie de l'émission des radiations par les molécules ou les atomes.

LA NOUVELLE TUBERCULINE DE KOCH

ET LA THÉORIE DES SUCS PLASMATIQUES DE BUCHNER

Il y a six semaines, le monde médical était mis en émoi par une grosse nouvelle lancée avec fracas par les agences télégraphiques : « Robert Koch, le célèbre bactériologiste allemand, a découvert le remède spécifique de la tuberculose. » Le fait était vrai, et, trois jours après, la *Deutsche medicinische Wochenschrift* publiait un mémoire [1], dans lequel Koch exposait, avec suffisamment de détails, le mode de préparation d'une nouvelle *tuberculine* et les résultats qu'elle lui a donnés chez les animaux et chez l'homme tuberculeux.

La nouvelle tuberculine diffère entièrement de l'ancienne, celle de 1890, qui fut saluée par un enthousiasme inconnu dans l'histoire de la Médecine, a provoqué une véritable exode des tuberculeux du monde entier vers Berlin, et se signala par les désastres thérapeutiques que l'on sait. L'ancienne tuberculine était un extrait glycériné de cultures tuberculeuses ; la nouvelle est un liquide qui s'obtient par la trituration mécanique des bacilles tuberculeux desséchés et par la centrifugation consécutive de la masse additionnée d'eau. L'ancienne tuberculine, quand on l'injectait sous la peau d'un tuberculeux, provoquait une réaction locale (un afflux du sang vers les foyers tuberculeux) et une réaction générale (une fièvre élevée, de l'abattement, de la céphalalgie, des vomissements, de l'albuminurie, etc.) ; rien de tout cela avec la nouvelle tuberculine, qui, en injection sous-cutanée, à dose modérée, ne provoque ni chez l'homme ni chez l'animal tuberculeux aucun phénomène morbide. Les deux sont toxiques, mais, tandis que l'ancienne accélérait, quoi qu'en dise Koch dans son nouveau mémoire, la marche de la tuberculose et *tuait*, pour employer le vrai mot, les tuberculeux, — la nouvelle, à en croire Koch, guérit la tuberculose de l'homme et de l'animal quand la maladie n'est pas trop avancée. Elle permet aussi, par le procédé classique d'immunisation (au moyen des injections progressivement croissantes), de rendre les animaux réfractaires, insensibles aux bacilles tuberculeux qu'on leur injecte ensuite, en un mot, de les immuniser contre la tuberculose.

Tels sont, très brièvement résumés, les faits consignés par Koch dans son mémoire. L'importance de ces faits n'a pas besoin d'être soulignée. Nous nous proposons d'exposer ici avec quelque détail l'idée directrice qui a guidé les recherches de l'éminent savant et le procédé technique qui semble en avoir assuré le succès.

I

Dès le début de ses investigations, Koch a été frappé du fait suivant : Dans la tuberculose expérimentale du cobaye (animal particulièrement susceptible aux bacilles tuberculeux) ou dans la tuberculose miliaire aiguë généralisée de l'homme, où l'organisme est rapidement envahi par une énorme quantité de bacilles, pullulant dans tous les organes, il arrive un moment où les bacilles deviennent tellement rares qu'il faut les rechercher avec beaucoup de soin pour en déceler quelques-uns çà et là. Il semble que les bacilles tuberculeux sont, dans ce cas, détruits, digérés, pour ainsi dire, par les tissus. Pourtant, comme tout le monde, Koch savait que les bacilles, introduits artificiellement dans l'organisme, n'y sont presque pas absorbés. Comment expliquer alors la disparition des bacilles dans la tuberculose miliaire aiguë ? Koch pensa que le phénomène pouvait s'expliquer par l'action immunisante qu'exercent les sécrétions d'un grand nombre de bacilles évoluant au milieu des tissus. L'immunité une fois créée, les bacilles tuberculeux seraient détruits par l'organisme et disparaîtraient. Si, malgré cette immunité, l'animal venait à succomber, c'est que l'état réfractaire se serait manifesté trop tard, c'est-à-dire à un moment où il n'était plus d'aucune utilité à l'organisme profondément atteint.

Cette hypothèse paraissait à Koch d'autant plus plausible qu'elle expliquait en même temps pourquoi l'immunité ne se manifeste pas dans les cas où, au lieu d'une marche suraiguë, la tuberculose offre une évolution plus lente. En effet, dans ces cas de tuberculose chronique, l'organisme n'héberge habituellement qu'un nombre restreint de bacilles tuberculeux. En outre, ceux-ci se multiplient très lentement, se trouvent le plus souvent entourés de tissus nécrosés et ne sont absorbés que tardivement, lorsqu'ils ont vraisemblablement subi des modifications profondes. On comprend que, dans ces conditions, il ne puisse s'établir d'immunité. Celle-ci ne devient réalisable, toujours dans l'hypothèse de Koch, que si un grand nombre de bacilles se répandent dans tout l'organisme et entrent en contact intime avec presque

[1] R. Koch : « Ueber neue Tuberculinpraparate » in *Deutsch. med. Wochenschr.*, 1er avril 1897, no 14.

tous les tissus, ainsi que cela se produit dans la tuberculose miliaire généralisée de l'homme ou dans la tuberculose expérimentale du cobaye.

En admettant l'hypothèse de l'immunité survenant dans la tuberculose miliaire aiguë, il restait encore à savoir quelle était la nature de l'immunité qui se manifestait alors. Il pouvait, en effet, s'agir d'immunité *antitoxique*, comme dans le tétanos où l'animal immunisé contre les toxines tétaniques ne détruit pas les bacilles tétaniques qu'on lui injecte après l'immunisation ; il pouvait aussi s'agir d'immunité *antibactérienne*, comme dans la fièvre typhoïde où l'animal immunisé, tout en restant sensible aux toxines typhiques, fait périr avec une rapidité étonnante les bacilles typhiques qu'on lui injecte après immunisation.

Enfin, les deux genres d'immunité pouvaient être combinés, mais la disparition des bacilles tuberculeux dans la tuberculose miliaire suraiguë devait faire penser que, dans ce cas, il s'agissait plutôt d'une immunité antibactérienne.

Koch pensa que, si l'on voulait réaliser artificiellement cette immunité, il fallait imiter la Nature et trouver un moyen qui permît d'inonder l'organisme de bacilles tuberculeux, mais, bien entendu, de bacilles modifiés, susceptibles, d'une part, d'être absorbés par les tissus, et, d'autre part, d'apporter à l'organisme une certaine quantité de matière immunisante.

II

L'idée directrice des recherches à faire dans cette voie était donc bien nette dans l'esprit de l'inventeur. Les premiers essais furent pourtant infructueux. Les cultures tuberculeuses vivantes ou mortes, les cultures traitées par les acides comme les cultures traitées par les alcalis caustiques, n'étaient toujours pas absorbées, et, quand on les injectait à des animaux, elles ne produisaient pas d'immunité, elles formaient des abcès. L'extrait glycériné des cultures, c'est-à-dire l'ancienne tuberculine, créait bien une immunité antitoxique, mais ne portait aucune atteinte aux bacilles tuberculeux, lesquels continuaient de proliférer et d'exercer leurs ravages. Mais, au cours de ces recherches, Koch constata un fait très important : la présence, à l'extérieur des bacilles tuberculeux, d'une couche uniforme de matières grasses qui semblaient protéger le bacille contre les influences extérieures et en rendaient l'absorption bien difficile. Pour rendre les bacilles tuberculeux facilement absorbables, il fallait donc détruire cette enveloppe. C'est alors que Koch eut l'idée de « réduire mécaniquement les bacilles en une masse susceptible d'être absorbée par les tissus plus facilement que les bacilles ayant conservé leur forme primitive ».

Les premières expériences de destruction mécanique des bacilles ont toutes échoué. Ce n'est que lorsque l'expérimentateur eut recours aux cultures bien desséchées, puis triturées dans un mortier d'agate au moyen d'un pilon également en agate, qu'il put constater la diminution progressive du nombre des bacilles intacts. Pour se débarrasser de ces derniers, il additionnait la masse d'une certaine quantité d'eau distillée et soumettait le mélange à la centrifugation exercée pendant une demi-heure à trois quarts d'heure dans un appareil faisant 4.000 tours par minute. L'émulsion se divisait alors en deux couches : une supérieure, composée d'un liquide blanchâtre, opalescent, mais transparent et ne contenant plus de bacilles tuberculeux ; l'autre inférieure, consistant en un précipité boueux, adhérant fortement aux parois du vase. Ce précipité était séché de nouveau, puis trituré dans le mortier et enfin centrifugé comme précédemment : on obtenait encore une couche supérieure liquide et un précipité solide. En répétant plusieurs fois de suite cette même opération, on arrivait enfin à n'avoir presque plus de précipité. En d'autres termes, la masse entière des bacilles tuberculeux se trouvait à la fin délayée en une série de couches liquides absolument transparentes.

Koch touchait ainsi au but. Par des essais institués d'abord sur les animaux, puis sur l'homme, il a pu se convaincre d'abord que les liquides qu'il avait successivement obtenus s'absorbaient facilement. En second lieu, il constata que seul le liquide obtenu par la première centrifugation se distinguait des liquides obtenus par les centrifugations ultérieures et qu'au point de vue de son action, il était presque identique à l'ancienne tuberculine. Par contre, les liquides obtenus par la seconde, puis par la troisième, puis par toutes les autres centrifugations ne présentaient entre eux aucune différence et possédaient tous la propriété d'immuniser l'organisme contre la tuberculose, de guérir dans certains cas la tuberculose confirmée et de rendre l'organisme tuberculeux insensible à l'action de l'ancienne tuberculine. C'est à ces liquides réunis que Koch donna le nom de « nouvelle tuberculine ».

III

A l'appui des propriétés immunisantes et thérapeutiques de la nouvelle tuberculine, l'éminent bactériologiste cite les faits suivants :

Si l'on injecte à un cobaye bien portant des doses progressivement croissantes de nouvelle tuberculine, on arrive à obtenir une immunisation si complète que l'animal supporte les inoculations ultérieures de bacilles tuberculeux virulents sans

être infecté. Autrement dit, tandis que les cobayes témoins succombent sans exception à cette tuberculose expérimentale, les cobayes soumis préalablement et pendant un temps suffisamment long aux injections immunisantes de nouvelle tuberculine, survivent: si on les tue, on ne trouve dans leurs organes ni tubercules, ni bacilles tuberculeux. Si les injections de bacilles virulents sont faites à un moment où l'immunité par les injections de nouvelle tuberculine n'est pas complètement établie, les animaux survivent cependant; ils ne présentent alors qu'une dégénérescence caséeuse des ganglions lymphatiques de la région au niveau de laquelle on avait fait l'injection de bacilles tuberculeux; si l'immunisation n'est encore qu'à son début, les animaux succombent, et, à l'autopsie, on trouve une tuberculose pulmonaire, mais sans tuberculose du foie et de la rate.

Quant aux propriétés thérapeutiques de la nouvelle tuberculine, Koch a tout d'abord constaté que, lorsque les injections de nouvelle tuberculine sont faites à des cobayes, peu de temps, quelques jours, après l'injection de bacilles tuberculeux virulents, les animaux ne succombent pas ; si alors on les sacrifie, on trouve des métamorphoses régressives plus ou moins avancées dans les organes qui étaient frappés de tuberculose au moment où le traitement avait été institué.

Les effets thérapeutiques de la nouvelle tuberculine sont également manifestes dans la tuberculose de l'homme, quand celle-ci n'est pas avancée ou n'est pas compliquée de lésions produites par des bactéries pyogènes, sur lesquelles la nouvelle tuberculine n'a aucune action. Chez les tuberculeux pulmonaires, par exemple, Koch a vu les injections de doses croissantes de nouvelle tuberculine (la dose initiale qu'on injecte sous la peau du dos est de 1/500e de milligramme) amener la disparition progressive des bacilles tuberculeux des crachats et la rétrocession progressive, à en juger du moins par l'auscultation, des signes stéthoscopiques; la fièvre tombe, les malades engraissent, et, au bout de deux mois de traitement, ils sont tellement changés qu'on peut les considérer comme guéris. J'ajoute qu'en consignant ces résultats thérapeutiques, Koch se sert du mot « amélioration », bien que « dans nombre d'observations on soit autorisé à parler de guérison dans le sens courant de ce mot; mais, dit-il, il ne faut employer le mot de guérison avant qu'un temps suffisamment long se soit écoulé sans récidive ».

IV

Un fait a dû frapper le lecteur : le résultat auquel est arrivé Koch ne corrobore pas complètement l'idée directrice de ses recherches. Son point de départ a été, nous l'avons dit, l'hypothèse que la disparition des bacilles dans la tuberculose miliaire aiguë tenait à l'état d'immunité créé par l'absorption de nombreux bacilles, et nous venons de voir que, pour réaliser artificiellement cette immunité, il cherchait un moyen de rendre ces bacilles facilement absorbables. Or, sa nouvelle tuberculine ne représente pas la masse intégrale, mais seulement une partie du bacille, probablement un produit de sécrétion ou d'échanges intimes retenu à l'intérieur du protoplasma bacillaire.

Si nous relevons ce fait, c'est que, six jours avant l'apparition du mémoire de Koch, le Professeur H. Büchner (de Munich) publiait un travail très remarquable sur « le rôle des produits cellulaires solubles dans les fonctions chimico-physiologiques de la cellule[1] ». Dans ce travail, consacré à l'étude du suc obtenu par la trituration mécanique des cellules avec expression de la masse sous une pression de 500 atmosphères, Büchner disait que ce *procédé de trituration mécanique* appliqué par son frère, Ed. Büchner (de Gœttingue), au traitement de la levure de bière[2], lui avait permis de retirer des bacilles de la tuberculose, du choléra et du bacille pyocyanique, des sucs susceptibles d'immuniser très rapidement des animaux contre ces bacilles; ses expériences n'étant pas encore entièrement terminées, il se réservait de publier très prochainement le résultat détaillé de ses recherches. Indépendamment l'un de l'autre, — nous voulons le croire[3] du moins, — Büchner et Koch sont donc arrivés en même temps au même résultat à l'aide d'un procédé technique identique : celui de la trituration mécanique des bactéries. Mais, tandis qu'en ce qui concerne Koch, sa nouvelle tuberculine ne se trouve pas en complet

[1] H. Büchner : « Die Bedeutung der activen löslichen Zellproducte für den Chemismus der Zelle », in *Munchen. med. Wochenschr.*, 23 mars 1897, n° 12.

[2] Voyez à ce sujet la *Revue* du 30 avril dernier, p. 324 et 325.

[3] L'apparition presque simultanée de ces deux Mémoires a soulevé la question de priorité du procédé et de la découverte, et la polémique qui s'en est suivie a pris de suite un caractère très personnel.

Le Mémoire de H. Büchner a paru le 23 *mars;* trois jours après, les agences télégraphiques annonçaient au monde entier la découverte de Koch, et trois jours plus tard, c'est-à-dire le 1er *avril*, paraissait le Mémoire de Koch, *mais daté du* 14 *novembre* 1896. Dans une lettre adressée à la *Berliner klinische Wochenschrift* du 12 avril, Büchner, en relevant ces faits, ajoute que le procédé de trituration mécanique des cellules de levure a été trouvé en 1893 par son frère, Ed. Büchner, professeur de Chimie à la Faculté de Gœttingue, qui à cette époque a proposé à la maison de Meister Lucius (la même qui fabrique actuellement la nouvelle tuberculine de Koch), de prendre un brevet d'exploitation, et qui, en janvier 1897, a exposé un procédé de trituration mécanique dans les *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*. Koch, qui depuis quatre mois se trouve en Afrique, n'a pas encore répondu.

accord avec l'idée qui l'a guidé, au contraire, la découverte de Büchner découle logiquement des idées que ce savant soutient depuis huit ans sur le rôle des sucs plasmatiques des cellules et sur l'origine des toxines et antitoxines.

En effet, au lendemain des recherches de Brieger et Fraenkel sur les toxines formées par les bactéries dans les milieux de culture, donc bien avant que l'on fût fixé sur la nature de ces substances, Büchner, dans une conférence sur la suppuration, faite le 6 mai 1890 à la *Société de Morphologie et de Physiologie de Munich*, soutint que la suppuration est provoquée par une *protéine*, substance albuminoïde retenue dans les sucs plasmatiques des bactéries; il ajoutait que cette protéine passe en bien petite quantité dans les milieux de culture, et n'est mise entièrement en liberté dans l'organisme vivant qu'après la mort de la bactérie. H. Büchner reprocha même, à cette occasion, à Brieger et Fraenkel de ne pas tenir compte de ce rôle énorme des sucs plasmatiques qui retiennent les substances albuminoïdes actives [1].

Ces idées, Büchner les défendit encore avec plus de force, après la découverte de l'antitoxine du tétanos et de la diphtérie, puis de la sérothérapie. Dans une série de mémoires [2] il développa la théorie suivante :

Le microbe tétanique et le microbe diphtérique renferment chacun dans son corps, dans ses sucs plasmatiques, probablement à l'état liquide, la substance toxique et la substance antitoxique ; mais ces deux substances qui ne se détruisent mutuellement ni *in vitro* ni dans l'organisme animal, exercent sur les cellules des tissus une action opposée, de sorte qu'elles neutralisent leurs effets. Dans les milieux de culture le micro-organisme sécrète les deux substances, et, si le sérum d'un animal immunisé jouit de propriétés antitoxiques, c'est que, par un mécanisme encore inconnu, son organisme détruit les toxines qu'on lui a injectées pendant l'immunisation et gardé seulement les antitoxines qui s'y trouvaient associées : l'animal désintoxique simplement le mélange et verse l'antitoxine dans son sérum. Le sérum est donc antitoxique parce qu'il ne renferme que l'antitoxine provenant du bacille tétanique ou diphtérique, et non pas parce qu'il renferme, comme on le dit généralement, une substance antitoxique fabriquée par l'animal sous l'influence des toxines qu'on lui injectait pour l'immuniser, et qui impressionnaient d'une façon particulière ses tissus. Mais, si les propriétés immunisantes d'un sérum antitoxique tiennent à ce qu'il renferme à l'état de pureté l'antitoxine qui se trouvait dans les sucs plasmatiques du bacille spécifique, il est tout indiqué de chercher à retirer cette antitoxine en s'attaquant au bacille même directement, c'est-à-dire sans passer par l'intermédiaire d'un animal dont le rôle consiste actuellement à détruire simplement la toxine du mélange qu'on lui injecte. Le jour où l'on arrivera à isoler cette antitoxine sans le secours d'un organisme animal jouant le rôle d'intermédiaire, la sérothérapie aura vécu, et l'antitoxine immunisante et curative, retirée directement des sucs plasmatiques du bacille, sera administrée à l'organisme dans un liquide moins nocif que le sérum.

On voit donc que, pour Büchner, l'antitoxine dont l'organisme a besoin pour sa défense, il la trouve dans la bactérie, dans ses sucs plasmatiques qui contiennent en même temps les principes nocifs : la protéine qui provoque l'inflammation et la suppuration, la toxine albumineuse qui empoisonne et tue, une enzyme qui peptonise les substances albuminoïdes, peut-être autre chose encore. On voit ainsi quelles fonctions physiologiques complexes H. Büchner prête au microbe et, d'une façon générale, à la cellule.

V

La démonstration expérimentale des idées soutenues par H. Büchner était difficile dans une question aussi complexe, et aux expériences, aux faits qu'il invoquait, ses adversaires opposaient des expériences non moins décisives et des faits non moins probants. Aujourd'hui, la question n'est peut-être pas loin d'être résolue. Si la nouvelle tuberculine de Koch, et si la substance isolée par Büchner des bacilles tuberculeux, pyocyaniques, cholériques, jouissent réellement des propriétés immunisantes et curatives, si la nouvelle tuberculine constitue réellement l'antitoxine tuberculeuse *retirée directement du corps des bacilles*, elle confirme d'une façon éclatante les idées de Büchner sur la présence simultanée, dans le corps des bactéries, des substances toxiques et antitoxiques, les unes à côté des autres.

Le rôle des substances actives retenues dans les

[1] Cette idée d'une protéine faisant partie intégrante de la bactérie et jouissant de la propriété de provoquer la suppuration et l'inflammation a été développée par lui d'une façon encore plus détaillée quelques jours après l'apparition du premier mémoire de Koch (17 novembre 1890) sur l'ancienne tuberculine. (H. Büchner : « Die Bakterienprotéine und dessen Beziehung zur Entzundung und Eiterung », in *Centralbl. f. Chir.*, 13 décembre 1890, n° 50.

[2] H. Büchner : « Ueber Bakteriengifte und Gegengifte », in *Munchen. med. Wochenschr.*, 13 et 20 juin 1893, nos 24 et 25. — « Beruht die Wirkung des Behring'schen Heilserum auf Giftzerstörung? » *Berlin. klin. Wochenschr.*, 1894, n° 4, p. 73. — « Neuere Fortschritte in der Immunitatsfrage, » *Munch. med. Wochenschr.*, 12 et 19 juin 1894, nos 24 et 25. — « Ueber Immunität und Immunisirung », communic. au Congrès de Buda-Pest in *Centralbl. f. Bakteriolog.*, 1894, n° 18, p. 737.

sucs plasmatiques à l'intérieur des bactéries, ressort encore avec plus de clarté des expériences récentes que Ed. Büchner[1] a faites avec le suc des cellules de levure. Jusqu'à présent il était admis que la fermentation alcoolique du sucre était la fonction de la cellule de levure, et que cette fonction ne pouvait s'accomplir en dehors de la cellule-ferment. Ed. Büchner vient de montrer que les phénomènes classiques de la fermentation peuvent se produire en l'absence des levures, si l'on fait agir sur le sucre le suc obtenu par la trituration mécanique de ces cellules. C'est une étape considérable dans la connaissance du mécanisme profond de la fermentation cellulaire.

H. Büchner conclut de ces faits que ce n'est pas la cellule de levure elle-même, mais une substance soluble, une « zymase » contenue dans son suc plasmatique qui est l'agent de la fermentation alcoolique. Si le sucre fermente en présence des cellules de levure vivantes, intactes, cela tient, d'après lui, à la très petite quantité de zymase que la cellule sécrète.

Mais le suc, obtenu par la trituration des cellules de levure, ne renferme pas que de la zymase. Comme il liquéfie la gélatine, on peut supposer qu'il contient encore une enzyme peptonisante, ordinairement non sécrétée, et qui, d'après Büchner, servirait à rendre plus assimilables, par une digestion pepsique, les substances albuminoïdes utilisées par les cellules.

En généralisant ces faits, Büchner nous donne, dans son dernier travail, le schéma suivant de la physiologie de la cellule :

La cellule vivante (bactérie, cellule ordinaire ou cellule-ferment), possède deux catégories distinctes de fonctions :

Les unes sont liées intimement à la structure organique et comprennent les fonctions dites fondamentales de l'organisme, notamment les fonctions d'assimilation, de désassimilation, de prolifération par division. Ce sont, suivant la terminologie de Sachs-Kupfer, des *fonctions énergétiques*, c'est-à-dire relevant des parties cellulaires douées d'une vie propre ;

Le second groupe de fonctions comprend les actions engendrées par les produits cellulaires, solubles ou dissous, pouvant être séparés de la cellule, tels que les zymases, les enzymes, les toxines spécifiques, les protéines bactériennes, les aléxines sécrétées par les leucocytes, etc. Ce sont, suivant Büchner, des *fonctions paraplastiques*, parce qu'elles relèvent des produits formés par la cellule avec ses substances paraplastiques[1].

VI

Le mémoire de Koch et surtout celui de Büchner confirment un fait qui s'est vérifié bien des fois dans l'histoire des sciences. A l'origine de toute découverte importante on trouve l'intervention d'un instrument ou d'un moyen d'investigation inconnu jusqu'ici, d'un procédé d'analyse inédit ou simplement d'une technique nouvelle. Il est certain que la trituration mécanique des bactéries qui nous a fait déjà connaître la zymase des cellules de levure et la nouvelle tuberculine des bacilles tuberculeux, suppose déjà un haut perfectionnement de la technique mécanique dont les médecins d'il y a trente ou quarante ans n'avaient aucune idée. Sans la centrifugation, Koch chercherait encore à l'heure actuelle un procédé pour faire disparaître de la masse triturée les bacilles encore intacts ; sans la pression de 500 atmosphères, Büchner serait probablement encore aux prises avec un mélange de sable, de cellules écrasées et de cellules encore vivantes. Quoi qu'il en soit, la trituration mécanique des bactéries, nouveau procédé d'investigation, est certainement destinée à nous faire mieux connaître la physiologie des sécrétions cellulaires et à amener peut-être la découverte de substances intracellulaires dont nous ne nous doutons même pas à l'heure actuelle.

Dr R. Romme,
Préparateur du Cours de Pathologie interne à la Faculté de médecine.

[1] Voyez la *Revue* du 30 avril 1897, page 324, et l. c. in *Munchen med. Wochenschr.*, 23 mars 1897, n° 12, p. 299.

[1] Il ne faudrait cependant pas que ces mots mirifiques fissent illusion ; ils ne sauraient cacher l'ignorance profonde où nous sommes quant à la nature de toutes ces substances qu'on nomme *zymases*, *enzymes*, *toxines* de ceci ou de cela, *protéines bactériennes*, etc., etc. ; le peu que nous sachions de ces matières est relatif à leurs effets physiologiques ; mais la Chimie la plus avancée est demeurée, jusqu'à présent, impuissante à les définir. Il n'est pas douteux que c'est du perfectionnement de la Chimie organique et de la Chimie physiologique, que la Bactériologie actuelle doit attendre ses plus grands progrès philosophiques.

(Note de la Direction.)

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Beudon (J.), *Agrégé-préparateur à l'Ecole Normale Supérieure.* — **Sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles dont les caractéristiques dépendent d'un nombre fini de paramètres.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *brochure in-4° de 52 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1897.

Le travail de M. Beudon se rattache intimement à un ensemble déjà considérable de théories récentes (MM. Lie, Darboux, Riquier, etc.) qui ont transfiguré le problème des dérivées partielles. Pour donner de la thèse un compte rendu aussi précis qu'elle le mérite, il faudrait recourir à des explications préliminaires trop longues pour trouver place ici. Je suis donc forcé, à mon grand regret, de me borner à quelques indications brèves et assez vagues.

Soit H un système d'équations aux dérivées partielles, d'ordre p, à n variables indépendantes $x_1, \ldots, x_n$. On peut : 1° faire en sorte que toutes les équations de H soient d'ordre p; 2° supposer, sans restreindre la généralité, qu'il n'y a qu'une seule fonction inconnue z; 3° s'assurer si H est intégrable, c'est-à-dire possède des solutions. Tout cela résulte de recherches dues à M. Riquier. C'est d'un pareil système H que l'on s'occupe.

Le mémoire de M. Beudon est rédigé avec la terminologie spéciale due à M. Lie, laquelle consiste à transporter dans l'espace E à $n+1$ dimensions les métaphores géométriques empruntées à l'espace ordinaire du cas $n=2$.

z, les x et les dérivées partielles de z jusqu'à l'ordre p inclusivement, sont les coordonnées d'une figure e_p de E nommée « élément de multiplicité d'ordre p ». Par exemple, pour $n=2$, e_1 est l'ensemble formé par un point et un plan passant par le point. L'élément e_0, dont z et les x sont les coordonnées, est le *point* de E.

Le lieu de l'élément e_p, dont les coordonnées vérifient certaines relations, est une *multiplicité*. Ainsi H définit une multiplicité. Si la multiplicité entraîne entre les e_0 seuls q relations, il y a une multiplicité ponctuelle à $n+1-q$ dimensions qui est le *support* de la précédente. Se donner une intégrale de H, c'est-à-dire z en fonction des x, c'est se donner le support d'une « multiplicité intégrale M ». Sur cette dernière existent certaines courbes (multiplicités ponctuelles à une dimension) *caractéristiques*, définies par un système aux différentielles totales. On peut connaître passablement de propriétés des caractéristiques sans avoir besoin de posséder M. Il existe aussi des « multiplicités caractéristiques » telles qu'à un e_0 du support ne correspond qu'un élément e_p unique.

M. Beudon étudie les systèmes H dont les caractéristiques dépendent d'un nombre fini de paramètres ; sont données les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'il en soit ainsi.

Les systèmes H, possédant la propriété en question, ne semblent d'ailleurs pas plus faciles que les autres à intégrer effectivement.

LÉON AUTONNE,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Lyon.

Schubert (Hermann), *Professeur à l'Ecole des Savants du Johanneum de Hambourg.* — **Fünfstellige Tafeln und Gegentafeln für logarithmisches und trigonometrisches Rechnen.** (*Table de Logarithmes à 5 décimales.*) — 1 *vol. in-8° de 160 pages.* (Prix relié : 6 fr. 25.) *B. G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1897.

2° Sciences physiques

Cotton (A.), *Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Toulouse.* — **Recherches sur l'absorption et la dispersion de la lumière par les milieux doués du pouvoir rotatoire.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *broch. in-8° de 92 pages avec 22 fig. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1897.

Fresnel a donné des phénomènes de la polarisation rotatoire une célèbre interprétation théorique : Si l'on remarque qu'un rayon de lumière polarisé rectilignement peut être regardé comme résultant de la superposition de deux rayons circulaires de sens contraire ayant même période, il suffira, pour rendre compte des principales particularités que présentent les phénomènes de la polarisation rotatoire, d'admettre que ces deux espèces de rayons circulaires traversent le corps actif avec des vitesses différentes. M. Cornu a, par certaines considérations, établi que l'on ne doit point considérer l'hypothèse de Fresnel comme une simple fiction mathématique, mais bien, au contraire, comme une réalité physique ; le grand mérite de M. Cotton sera d'avoir le premier apporté dans le même sens un argument décisif, une véritable preuve expérimentale.

Dans son Traité d'Optique, un peu vieilli en vérité, mais si plein d'idées suggestives, Billet, faisant remarquer que l'on trouve des cristaux où les deux rayons fournis par le phénomène de la double réfraction sont inégalement absorbés, la tourmaline par exemple, émettait, par analogie, l'hypothèse qu'il doit exister des corps actifs absorbant inégalement un rayon circulaire droit et un rayon circulaire gauche ; c'est cette hypothèse qu'est venue confirmer la découverte de M. Cotton ; à l'aide d'un appareil très simple, il montre l'existence de cette inégalité d'absorption, de cette sorte de dichroïsme dans des tartrates doubles, et il étudie quantitativement le phénomène ; on pourra tirer de cette étude une application possible au dédoublement des racémiques ou des mélanges inactifs obtenus par synthèse.

Mais l'action de ces liquides absorbant inégalement ne consiste pas simplement à faire tourner la vibration qui s'y propage ; l'auteur montre qu'en outre ils la déforment : une vibration rectiligne, par exemple, est changée en une vibration elliptique. Pour étudier ce changement, M. Cotton a été conduit à combiner un appareil intéressant qui permet de mettre en évidence une vibration elliptique très aplatie. En mesurant le pouvoir rotatoire, M. Cotton a encore été amené à remarquer un fait très général : il a constaté que, dans une bande d'absorption, la loi de dispersion rotatoire est modifiée ; il résulte de là une remarque pratique qui peut avoir de l'importance : dans les recherches où l'on compare entre eux les différents corps d'après le pouvoir rotatoire, il convient d'examiner, ce que l'on a dû parfois négliger de faire, si l'absorption ne vient pas modifier ce pouvoir.

On voit aisément que la considération des deux vibrations circulaires inverses permet de comprendre la raison de cette dispersion anomale et conduit même à interpréter toutes les particularités qu'elle présente ; c'est ce que M. Cotton montre très clairement. Son remarquable travail restera, il nous fournit une raison de plus pour admirer l'œuvre éternelle de Fresnel.

LUCIEN POINCARÉ,
Chargé de cours à la Faculté des Sciences
de l'Université de Paris.

Arth (G.), *Professeur de Chimie industrielle à la Faculté des Sciences de Nancy.* — **Recueil de procédés de dosage pour l'analyse des combustibles, des minerais de fer, des fontes, des aciers et des fers.** — *1 vol. in-8° de 312 pages avec 61 fig. et 1 planche.* (*Prix : 8 fr.*) *G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris*, 1897.

En Chimie, il n'y a pas d'œuvre plus difficile à composer, comme il n'y en a pas de plus ingrate que celle qui consiste à exposer, sous une forme concise, claire et rigoureuse, les méthodes d'analyse à employer pour une certaine catégorie de substances. Les dissertations théoriques n'y sont pas de mise, pas plus que les conceptions sur la constitution de la matière ; c'est le terre-à-terre de la pratique journalière de l'analyste dans tout ce qu'il a de plus humble et de plus patient. Ne le plaignons cependant pas outre mesure, cet auxiliaire si utile et si nécessaire de nos laboratoires et de nos usines. Si, dans son labeur monotone, il a souvent des déboires et des mécomptes, il y rencontre parfois aussi des surprises et des joies inattendues. Ce n'est en effet pas en se livrant à des spéculations théoriques, à des conjectures, que les Lecoq de Boisbaudran, les Winckler, les lord Rayleigh, les W. Ramsay, ont réussi à faire les importantes découvertes qui ont enrichi la science de quatre éléments nouveaux dans ce dernier quart de siècle. C'est la simple analyse, avec ses moyens les plus délicats, et aussi le génie intuitif de ces savants, qui les a conduits aux remarquables résultats que l'on connaît.

Le bon analyste est généralement modeste comme la tâche qui est son lot. Il est réservé, prudent, soigneux, peu remuant, sobre de paroles et de mouvements, qualités qui l'harmonisent avec la nature des opérations qu'il conduit. Mais les services qu'il rend et qu'il peut rendre, s'il a l'esprit observateur, sont considérables. Dans les Institutions scientifiques comme dans l'Industrie, il est la cheville ouvrière, l'homme pondéré qui doit inculquer aux commençants la patience, la rigueur dans les opérations, en un mot toutes les qualités nécessaires pour faire un bon chimiste.

L'Institut Chimique de Nancy a la bonne fortune de posséder dans l'auteur du traité que nous présentons au public, non seulement un professeur remarquable, mais encore un expérimentateur et docimasiste des plus habiles. Presque toutes les méthodes décrites dans ce volume ont été vérifiées par ses soins. Choisies entre beaucoup d'autres, et soumises à une critique minutieuse, elles peuvent être recommandées en toute sécurité aux praticiens.

L'ouvrage comprend trois parties. Dans la première l'auteur traite de l'essai et de l'analyse des combustibles. Tous les éléments constitutifs de ces derniers sont passés en revue et dosés. Un chapitre spécial est réservé au pouvoir calorifique dont la détermination peut se faire par le calcul d'après la règle de Dulong ou par les procédés calorimétriques. Les nombreuses opérations faites par M. Arth sur les houilles de diverses provenances, font que cette partie de son travail est particulièrement bien exposée. Il est regrettable que les résultats tout récents qu'il a obtenus avec certaines houilles, n'aient pu être signalés dans ce Traité, car, comme M. Bunte, il a trouvé « qu'il est possible de calculer le pouvoir calorifique des houilles d'après la règle de Dulong, avec une approximation suffisante pour la pratique industrielle ». Pour appliquer cette règle, il faut, il est vrai, faire l'analyse élémentaire du combustible, opération qui est aussi longue qu'une détermination à la bombe. Celle-ci est donc à recommander à toutes les usines où il se fait une grande consommation de houille.

La deuxième partie est consacrée aux analyses des minerais de fer et de nickel oxydé, des fers chromés, etc. Dans le troisième chapitre on traite enfin les principales méthodes d'analyse des fers, des fontes et des aciers et l'ouvrage se termine par le dosage des scories, des laitiers, des calcaires et des dolomies.

Un grand nombre de figures d'appareils ajoutent à la clarté de cette œuvre, qui est à recommander non seulement aux chimistes industriels dont ces sortes d'analyses constituent la spécialité, mais encore aux élèves chimistes qui veulent s'initier à ces méthodes.

Inutile d'ajouter que la maison Carré et Naud a mis tous ses soins dans l'impression et la publication de ce volume.

A. Haller,
Correspondant de l'Institut.

3° Sciences naturelles

Arréat (Lucien). — **Mémoire et Imagination. Peintres, Musiciens, Poètes et Orateurs.** — *1 vol. in-18 de 171 pages.* (*Prix : 2 fr. 50.*) *F. Alcan, éditeur. Paris*, 1897.

Il y a quelques années déjà, M. Arréat esquissait, dans une très intéressante monographie, la « Psychologie du peintre ». Il s'efforçait de montrer que la vocation picturale résultait essentiellement d'une certaine structure de la mémoire, de l'intensité et de l'organisation de certaines catégories d'images, d'une aptitude spéciale à percevoir et à retenir analytiquement des formes et des couleurs, que les hommes qui ne sont pas en possession de ce don particulier pour les arts du dessin, ne saisissent et ne retiennent que dans la complexité même où elles nous apparaissent dans les objets sensibles ; les peintres simplifient en dissociant, les autres hommes, en oubliant ou en réduisant à un schème déjà connu l'image nouvelle.

Ce sont ces relations étroites entre la mémoire et l'imagination constructrice que, dans ce nouvel ouvrage, M. Arréat a voulu rendre plus évidentes encore, en élargissant le champ de son enquête et en étudiant, parallèlement à celle du peintre, la vie mentale du musicien, de l'orateur et du poète. Il examine le rôle joué par chacune des formes diverses de mémoire dans la naissance et le développement des aptitudes professionnelles de ces diverses catégories d'artistes ; il insiste sur la place, non pas sans doute prééminente, mais extrêmement importante, cependant, qu'il convient d'assigner à la mémoire motrice. Tant que l'association ne s'est pas faite intime entre certaines images visuelles et auditives d'une part, et certaines images musculaires et tactiles de l'autre, il peut bien exister chez une personne un goût très vif pour la musique ou pour la peinture, mais il ne saurait y avoir chez elle aucune habileté professionnelle, aucune virtuosité d'exécution, et, si l'habileté technique n'est pas l'art tout entier, elle en est, au moins, même dans le domaine musical, où il faut bien que le compositeur se représente exécuté ce qu'il a conçu ou auditivement imaginé, la condition essentielle. M. Arréat a mis en relief l'importance considérable du rôle joué par les éléments moteurs dans le rythme poétique ou oratoire.

Les deux chapitres suivants traitent de la mémoire visuelle et de la mémoire auditive. Il convient de signaler les pages intéressantes consacrées aux images d'interprétation (schémas visuo-moteurs), qui se forment dans l'esprit du peintre et lui fournissent les moyens de transporter sur sa toile, par des symboles appropriés, qu'il n'a pas conscience d'inventer, les contours et le modèle des objets, aux différences qui séparent l'imagination du peintre de celle du poète, qui suggère des émotions par des épithètes au lieu de chercher à plaire aux yeux par des associations de lignes et de couleurs, à la mémoire analytique des sons, au souvenir net que garde des sons isolés et de leur succession mélodique l'oreille du musicien, qui résout les accords en leurs éléments, décompose les rythmes, discerne les timbres et le ton. M. Arréat cherche à déterminer quelle forme revêt communément, chez les artistes, le souvenir des états émotionnels, et quelle place tiennent dans ce souvenir les images sensorielles, qui tendent à faire prédominer la mémoire des expressions des émotions sur celle des émotions mêmes. Il signale l'opposition qui

existe entre la mémoire émotivo-sensorielle de l'artiste et la mémoire symbolique ou abstraite du savant; l'orateur sert de trait d'union entre ces deux types intellectuels nettement caractérisés.

Dans la seconde partie de son livre, M. Arréat a essayé de faire, dans l'imagination créatrice, le départ entre ce qui est invention et ce qui est réminiscence; il a montré que, si la mémoire nous fournit les matériaux de nos créations, ce sont nos habitudes motrices, nos émotions, notre attitude d'esprit, — résultant, en grande partie, de nos études et de l'exercice coutumier de tel ou tel art ou de tel ou tel mode de pensée, — qui les organise en des ensembles originaux; ces ensembles seront, au reste, d'autant plus neufs que nous aurons mieux réussi à nous laisser impressionner et émouvoir par le contact direct des choses, à ne les voir point exclusivement à travers des formules, des schémas, que la pratique de notre art, empruntée à autrui, aura imposés à notre perception.

Il examine alors le rôle de l'attention et du jugement dans la préparation et l'exécution de l'œuvre d'art, et montre que l'improvisation n'est jamais qu'une improvisation apparente, que l'artiste inspiré et qui produit sans effort, recueille le fruit de tout un labeur accumulé, d'un travail latent qui s'est fait en lui sans qu'il le sache. Il met en contraste l'état mental du délirant et celui du poète, et fait voir que la systématisation des images résulte, dans ces deux cas, de l'action de mécanismes tout différents.

Il recherche enfin dans le tempérament « favorable » la cause des aptitudes spéciales pour certaines classes de perceptions et de souvenirs, qui prédestine tel ou tel homme au goût et à la pratique de tel ou tel art particulier. Il est permis de trouver que cette dernière formule, que son vague même soustrait à la critique, ne nous apprend rien, et peut-être est-ce, en réalité, l'avis de M. Arréat. La vérité, c'est que les différences individuelles résultent, non seulement de la prédominance de telle ou telle catégorie d'éléments représentatifs ou émotionnels de la conscience, mais aussi de telle ou telle catégorie de modes de liaisons, que les imaginations ne diffèrent pas seulement par ce qu'elles contiennent, mais par la manière dont est arrangé leur contenu, et cela, M. Arréat ne l'a peut-être pas mis en lumière aussi nettement qu'il aurait convenu. La critique, au reste, qu'on pourrait adresser à ce petit livre, tout rempli d'observations intéressantes, de faits utiles à connaître, patiemment recueillis, de remarques de détail fines et justes, c'est que les idées générales s'en dégagent malaisément, qu'on ne sait pas toujours nettement ce que l'auteur veut prouver, et s'il veut prouver quelque chose ou s'il se contente de décrire. Tel qu'il est, cet aimable volume, court et plein tout ensemble, forme une très curieuse contribution à la psychologie du sens esthétique.

L. Marillier,
Agrégé de l'Université.

4° Sciences médicales

Toulouse (Edouard), *Chef de Clinique des Maladies mentales de la Faculté de Médecine de Paris, Médecin de l'Asile Sainte-Anne.* — **Enquête médico-psychologique sur les rapports de la supériorité intellectuelle avec la Névropathie. I. Emile Zola.** — *1 vol. in-12 de 286 pages. (Prix : 3 fr. 50.) Société d'Editions scientifiques. Paris,* 1897.

M. Toulouse, dans ce volume dont on sait le grand retentissement, s'est proposé pour but l'étude d'une question intéressante entre toutes : celle des rapports du génie et de la folie. Pour mener à bien ces recherches, reprises tout récemment par Lombroso, M. Toulouse — et c'est l'originalité et le mérite de son œuvre — a inauguré une méthode nouvelle. Ses devanciers n'avaient guère osé aborder l'étude des hommes géniaux ou supérieurs de leur temps. C'est sur les grands hommes du passé qu'ils faisaient porter leur enquête. Les données fournies par les historiens, des biographies d'authenticité douteuse, voire même des légendes, tels étaient les documents qui devaient servir à reconstituer, à plusieurs siècles parfois de distance, la personnalité psychologique des grandes figures de l'humanité. C'est dire combien défectueuse était cette méthode, dite historique. D'autre part, les quelques études faites jusqu'ici sur des hommes supérieurs contemporains ont été, en général, l'œuvre de littérateurs peu familiarisés avec les questions de psychologie morbide; elles sont restées trop passives pour ainsi dire, elles ne ressemblent pas assez à une exploration clinique. A ces procédés, dont on connaît les lacunes et les inexactitudes, M. Toulouse a eu l'idée de substituer une méthode rigoureusement scientifique. Rompant avec la timidité qui avait jusqu'alors restreint le domaine des investigations médico-psychologiques, l'auteur a pensé que, ce qui avait été fait avec des résultats éclatants pour les aliénés et les criminels, on pouvait l'entreprendre pour les hommes supérieurs. Il s'agissait d'étudier ceux-ci, non plus dans les mémoires et à l'aide d'anecdotes, mais en utilisant les méthodes d'exploration clinique applicables à des sujets vivants; il s'agissait de les soumettre aux recherches les plus précises de l'examen direct physique et psychique. Cette méthode d'observation médicale, M. Toulouse a voulu l'appliquer, pour son premier volume, à un écrivain que son génie original et puissant et aussi son amour de la vérité indiquaient pour une pareille enquête.

Le livre de M. Toulouse se divise en deux parties : 1° l'introduction générale, dans laquelle l'auteur étudie les rapports du génie et de la folie; 2° l' « observation » médicale et psychologique de M. Zola.

Le chapitre consacré à l'historique de la question rappelle les noms et les théories de Réveillé-Parise, de Moreau (de Tours), qui voient dans la névropathie la condition principale de l'éclosion des facultés exceptionnelles, de Lombroso, pour qui le génie est une forme larvée de l'épilepsie. L'auteur n'a pas de peine à montrer combien peu solides sont les bases sur lesquelles le célèbre aliéniste italien asseoit sa théorie. Il fait le procès de la méthode dite historique qui laisse le chercheur à la merci des naïfs, des visionnaires et des gens de mauvaise foi. Il met en évidence les avantages de l'observation directe. Sur quels sujets doit porter cette méthode scientifique? M. Toulouse ne reconnaît pas de limites précises entre le génie et le grand talent; aussi écarte-t-il le mot « hommes de génie », pour faire porter son enquête sur les personnalités douées de facultés créatrices exceptionnelles en art, en littérature et en sciences, en un mot sur les individus possédant une *supériorité intellectuelle.* De même, afin de ne pas restreindre les données du problème, il substitue au mot folie le terme, plus compréhensif, de *névropathie.* Il s'agit de rechercher si les hommes supérieurs sont, plus souvent que d'autres, des névropathes et quels sont les rapports de leur névropathie avec leur supériorité intellectuelle. Sur quels éléments se baser pour apprécier, avant l'examen, si tel sujet est intellectuellement supérieur? La notoriété est souvent trompeuse, elle va quelquefois à des médiocrités; elle dépend, en outre, pour beaucoup, de la nature du domaine où s'exerce l'activité de l'homme supérieur. On se fera cependant une opinion en contrôlant les désignations de la notoriété par les jugements des professionnels, des critiques. Dans son investigation, deux points doivent être envisagés par le médecin : 1° l'étude des rapports de la névropathie avec la supériorité intellectuelle; 2° la recherche des signes anatomiques et physiologiques de cette supériorité.

Les causes du tempérament névropathique sont étudiées de près. Les conditions héréditaires (maladies nerveuses, mentales, diathésiques, infectieuses, intoxications) en sont bien connues. L'auteur insiste sur l'influence, plus considérable qu'on ne l'admet généralement, des facteurs intervenant après la naissance, tels l'imitation, la mauvaise éducation, les infections,

les intoxications, les traumatismes. Il montre enfin que la névropathie peut être produite par le surmenage et par une hygiène défectueuse. Quels sont les signes de ce tempérament névropathique ? Unie par de nombreux liens à la dégénérescence, la névropathie présentera souvent les stigmates physiques et psychiques de cette déviation du type normal de l'espèce. Le défaut de proportion au point de vue morphologique, le manque d'équilibre au point de vue fonctionnel, l'inégalité des facultés au point de vue intellectuel, la prédisposition aux affections du système nerveux et surtout l'exagération des réactions émotives, tels sont les traits qui peuvent servir à caractériser les névropathes. Examinant ensuite les conditions de la supériorité intellectuelle autres que le tempérament névropathique, ainsi que les signes par lesquels cette supériorité se manifeste, l'auteur regarde comme mal établie la transmission héréditaire des aptitudes supérieures; la question de la précocité des hommes de génie est, elle aussi, loin d'être tranchée. La part du milieu général dans le développement des facultés intellectuelles est, pour M. Toulouse, très importante : comme le vice, le crime et même la folie, le génie est un fait psycho-social, et non la simple expression d'aptitudes innées.

Parmi les signes physiques qu'il faut étudier chez les hommes supérieurs, notons la taille des sujets, leur vigueur physique, leur état de santé, leur physionomie, les diamètres du crâne (la supériorité pondérale du cerveau constituant une condition des plus importantes, mais non la seule, de la supériorité intellectuelle), la sensibilité, la motricité, etc. L'examen psychologique doit être poussé très loin : on fera porter les investigations sur les aptitudes et les habitudes intellectuelles, sur la mémoire, l'attention, etc. On pratiquera l'exploration des divers territoires psychiques à l'aide des *mental tests*.

Des signes de névropathie étant constatés chez un homme exceptionnellement doué, il faut établir les relations qu'ils peuvent avoir avec sa supériorité intellectuelle. Quatre hypothèses ont été soutenues : 1° les troubles névropathiques seraient la cause de la supériorité intellectuelle; 2° le génie, entendu dans son sens le plus large, serait la cause et non l'effet de la névropathie; 3° les troubles nerveux et la supériorité intellectuelle seraient indépendants; il n'y aurait entre eux aucun rapport de causalité; 4° la supériorité intellectuelle et les troubles névropathiques seraient des expressions différentes des mêmes conditions communes à toutes deux (Moreau de Tours). Pour M. Toulouse, la névropathie paraît être ordinairement liée avec la supériorité intellectuelle, sans qu'on puisse dire que la névropathie est la cause de cette supériorité, ni émettre la proposition contraire. Le tempérament nerveux est une condition favorable à la sensibilité et à l'activité cérébrales qui sont nécessaires au travail de l'esprit, comme il prédispose aussi aux troubles du système nerveux qui surviennent facilement à la suite du surmenage auquel sont soumis les sujets bien doués. Mais de là à déclarer que la névropathie est nécessaire au génie, il y a loin; la santé, l'équilibre parfait sont utiles au travail de la pensée.

La seconde partie du volume est consacrée à l' « observation » de M. Zola. Il faut avouer que jusqu'à ce jour il n'a jamais été pris d'observation avec une telle exactitude ni une telle abondance de détails. Pour ce qui concerne les recherches nécessitant une compétence toute spéciale (vision, audition, mensurations, urologie, graphologie, etc.), M. Toulouse s'est adressé à des collaborateurs autorisés, se réservant ce qui était d'une étude générale, tout ce qui appartenait au neurologiste et à l'aliéniste, et enfin l'exploration psychologique. Les antécédents héréditaires et personnels du sujet nous apprennent l'existence chez la mère d'un état névropathique qui explique la disposition nerveuse originelle de M. Zola ; ils nous le montrent, jeune homme, réservé, affectueux, précoce au point de vue de l'instinct sexuel, méthodique et consciencieux dans le travail, curieux des belles œuvres littéraires. L'examen physique, très complet, est impossible à résumer. Signalons seulement la dimension, un peu supérieure à la moyenne, de tous les diamètres crâniens, une constitution anatomique robuste et exempte de stigmates avérés de dégénérescence, un odorat ne dépassant pas quantitativement la normale (coïncidant avec une mémoire très développée des sensations olfactives), des troubles nerveux multiples (contracture de l'orbiculaire, tic vésical, fausse angine de poitrine, etc.). L'examen psychologique montre que les perceptions se caractérisent surtout, sauf celles de l'audition, par leur justesse (tact, vision, temps) et aussi par leur finesse (tact, odorat). M. Zola se sert surtout de l'audition verbale pour retenir, de la vision verbale pour comprendre, et du langage écrit pour analyser et développer ses pensées. L'attention, l'observation, le temps de réaction, l'idéation, l'association des idées, la nature des idées, les obsessions, l'émotivité, la volonté, le caractère sont examinés avec beaucoup de précision et le plus souvent à l'aide d'expériences appropriées (*mentals tests*). Cet examen psychologique, un peu aride dans certaines parties, eût gagné, croyons-nous, à être illustré par une étude plus approfondie de l'œuvre de M. Zola. Sans vouloir dédaigner les résultats précis des *tests*, il nous semble que l'œuvre même des hommes supérieurs est le plus précieux et le plus instructif des documents. Etudiée par un auteur compétent en matière de psychologie morbide, elle eût pu fournir des données intéressantes sur l'état mental de l'écrivain.

Les conclusions de l' « observation » sont que M. Zola n'est ni épileptique, ni hystérique, ni suspect d'aliénation mentale, bien qu'il ait des troubles nerveux multiples. Peut-être pourrait-on le ranger parmi les « dégénérés supérieurs », bien qu'on ne voie pas chez lui les lacunes psychiques plus ou moins grandes de ces sujets. L'état névropathique incontestable de M. Zola est dû en partie à l'hérédité, en partie au surmenage, mais cet état névropathique ne paraît pas avoir été et être indispensable en aucune sorte à l'exercice des heureuses facultés du romancier. Une autre question peut aussi être posée : quelle est la personnification psychologique de M. Zola ? La cause la plus immédiate de sa supériorité serait un développement égal, harmonique, entre ses diverses facultés, d'où un pouvoir merveilleux d'utilisation de ces facultés. Ses qualités sont la finesse et l'exactitude des perceptions, l'intensité de l'attention, une grande éducabilité, la clarté dans les conceptions, la sûreté du jugement, l'ordre dans le travail, une ténacité extraordinaire dans l'effort, et surtout l'utilitarisme psychologique poussé à l'extrême.

Ce résumé ne donne qu'une idée imparfaite des questions multiples abordées dans le livre de M. Toulouse, et surtout de l'originalité des vues, de la sévérité de l'esprit critique qui caractérisent cette enquête. Ennemi des hypothèses simplistes, des généralisations hasardées, l'auteur ne s'en laisse pas non plus imposer par les préjugés et les idées communément reçues. Ses documents, nombreux et authentiques, sont interprétés avec sagacité. M. Toulouse, dans ce livre, ne nous donne qu'une seule « observation »; il ne prétend pas, avec un fait unique, résoudre la question des rapports du génie et de la folie. Il continuera ses recherches sur d'autres personnalités supérieures et pourra alors faire une étude d'ensemble basée sur une série d'enquêtes médico-psychologiques poursuivies dans des conditions jusqu'alors non réalisées. Mais, dès maintenant, il lui est permis de revendiquer l'honneur d'avoir inauguré une méthode nouvelle, rigoureusement scientifique. Nous devons lui savoir gré d'avoir fermé définitivement la porte aux enquêtes sommaires et imparfaites, aux théories aventureuses, et d'avoir, par son audacieuse entreprise, signalé à la curiosité du psychologue et du psychiâtre, des terres inexplorées.

Dr Paul Sérieux,
Médecin des asiles d'aliénés de la Seine.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 5 Avril 1897.

M. **Radau** est élu membre de la Section d'Astronomie en remplacement de M. F. Tisserand, décédé. — M. **H. Wilde** fait don à l'Académie d'une somme de 137.500 francs, dont l'intérêt servira à décerner tous les ans un prix de 4.000 francs à l'auteur d'une découverte ou d'un ouvrage quelconque en Astronomie, Physique, Chimie, Minéralogie, Géologie et Mécanique qui, aux yeux de l'Académie, sera jugé le plus méritant.

Sciences mathématiques. — M. **H. Poincaré** considère un point mobile dans le plan et donne les équations de son mouvement et des forces vives ; il se propose d'étudier les solutions périodiques de ces équations en faisant intervenir dans la question la considération du principe de moindre action. — M. **B. Baillaud** a appliqué la méthode de M. Gruey à la détermination des formules générales relatives aux quadratures mécaniques d'ordre quelconque. — M. **A. Pellet** étudie certaines questions de la théorie générale des surfaces. — M. **Eug. Cosserat**, étudiant la déformation de certains paraboloïdes, montre que le problème de la recherche des surfaces applicables sur un paraboloïde tangent au plan de l'infini en un point du cercle de l'infini et celui de la détermination des surfaces à courbure totale constante sont deux problèmes qui se ramènent l'un à l'autre. — M. **Cotton** démontre que, pour que les équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre à deux variables admettent un groupe continu de transformations, il faut que le ds^2 attaché à l'équation et l'invariant $\frac{H}{\sqrt{\Delta}}$ admettent simultanément les transformations du groupe. — M. **Desaint** communique deux théorèmes sur les fonctions entières et établit une nouvelle distinction entre les fonctions uniformes et les fonctions non uniformes. — M. **Delauney** adresse une note sur les distances des étoiles à Sirius. — M. **Serge Socolow** envoie un mémoire sur les grandeurs des rayons des orbites planétaires.

2° Sciences physiques. — MM. **N. Egoroff** et **N. Géorgiewsky** ont observé directement, à l'aide d'un analyseur de Savart, la polarisation partielle des radiations émises par quelques sources lumineuses sous l'influence du champ magnétique. Ce phénomène avait été décrit par M. Zeeman. — M. **Maurice Hamy** décrit une nouvelle lampe à cadmium pour la production de franges d'interférences à grande différence de marche. — M. **C.-E. Guillaume** poursuit l'étude des aciers au nickel. Ils sont très peu attaquables par l'eau, la résistance à l'attaque augmentant avec la teneur en nickel. La valeur du module d'élasticité varie avec la teneur en nickel; elle passe par un maximum et un minimum bien accusés qui coïncident sensiblement avec ceux de la dilatation. Soumises à des recuits divers, les barres ont présenté des mouvements de peu d'amplitude, ayant une grande analogie avec ceux du zéro des thermomètres. — M. **G. Le Bon** définit les radiations obscures produites par les corps sous l'influence de la lumière. Les unes sont simplement constituées par de la lumière ordinaire qui reste à l'état de résidu sur les corps illuminés; elles sont identiques à la phosphorescence dont elles ne diffèrent que par leur invisibilité. Les autres ont la propriété de décharger l'électroscope et d'impressionner les plaques photographiques au travers des corps opaques : c'est la *lumière noire* de l'auteur. — M. **H. Abraham** donne la description d'un oscillographe à induction, constitué par un galvanomètre à cadre mobile tel que les courants I et *i* soient reliés par une relation particulière, résultat auquel on arrive en faisant intervenir les phénomènes d'induction. — M. **G. Le Cadet** a étudié, au moyen d'un nouveau dispositif très simple, l'état électrique des hautes régions de l'atmosphère par le beau temps; il conclut que le champ électrique est certainement plus faible au-dessus de 1.500 mètres d'altitude dans l'atmosphère que sur le sol inférieur supposé plan. — M. **H. Moissan** a cherché à obtenir du carbure de fer par union directe des deux constituants. Lorsque l'on chauffe du fer pur et du charbon de sucre au four électrique et qu'on laisse refroidir lentement le culot, on ne trouve, dans le métal, qu'une très petite quantité de carbone combiné ; on obtient ainsi une fonte grise solidifiable vers 1.150°. Si le métal, à 1.300° ou 1.400°, est coulé dans une lingotière, il renferme après refroidissement une quantité plus grande de carbone combiné : c'est la fonte blanche. Enfin, si l'on refroidit brusquement, dans l'eau, le fer saturé de carbone à 3.000°, il se produit dans le métal une abondante cristallisation, et l'on peut en séparer un carbure pur, cristallisé et défini, de formule CFe^3, identique à celui de l'acier. — M. **A. Besson**, en faisant réagir l'hydrogène phosphoré gazeux PH^3 sur le chlorure de phosphoryle $POCl^3$ en présence d'une petite quantité de HBr, a obtenu un corps jaune rougeâtre, de formule P^2O dont il décrit les principales propriétés et réactions. — M. **R. Engel** a constaté que le corps qui s'obtient par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'acide métastannique est, en réalité, un mélange de deux chlorures correspondant à deux acides métastanniques différents. L'un répond à la formule $Sn^5O^9Cl^2,4H^2O$ correspondant à l'acide $Sn^5O^{11}H^2,4H^2O$. — M. **A. Mourlot** étudie l'action de la température du four électrique sur divers sulfures. Ceux de cuivre et de bismuth se désulfurent complètement; le sulfure d'argent donne un produit volatil renfermant des traces de soufre; les sulfures de cobalt et de nickel donnent des fontes renfermant encore un peu de soufre; le sulfure d'étain donne un culot de protosulfure très stable. — M. **J. Bonnefoi** étudie les combinaisons formées par les sels haloïdes de lithium avec le gaz ammoniac et la méthylamine. — M. **Œchsner de Coninck** examine l'action du tannin et de l'acide gallique secs ou en dissolution sur la nicotine et sur la cicutine. — M. **C. Matignon** a obtenu l'acétylène monosodé et le carbure de sodium par l'action de l'acétylène sur le sodium; les deux produits sont absolument blancs et purs si l'on prend des précautions spéciales, telles que l'agitation continuelle du sodium fondu pendant la réaction. — M. **J. Winter** répond aux précédentes critiques de MM. Bordas et Génin; le point de congélation du lait peut varier légèrement avec l'appareil cryoscopique dont on se sert; mais avec un même appareil, on obtient des indications presque constantes pour les divers laits purs; ainsi les déterminations mêmes de MM. Bordas et Génin se rapprochent toutes de 0°,52. — M. **Hanriot** a reconnu la non-identité des lipases extraites du sang et du pancréas. En effet, des solutions des deux lipases neutralisant dans le même temps un même excès de carbonate de sodium en présence de monobutyrine, ont une activité toute différente si l'on change le milieu ou si l'on fait varier la température. — M. **P. Cazeneuve** étudie les propriétés du ferment qui produit la casse des vins : l'œnoxydase; il a constaté que l'acide sulfureux agit directement sur lui en le détruisant. — M. **Jacques Passy** indique un nouveau mode d'extraction du parfum des fleurs dans

lesquelles ce parfum n'est pas tout formé, mais se produit d'une manière continue. Il consiste à immerger complètement les fleurs dans l'eau et à remplacer celle-ci à mesure qu'elle se charge de parfum.

3° Sciences naturelles. — M. **Ph. van Tieghem** donne une classification des Inséminées à ovules sans nucelle, formant la subdivision des Innucellées ou Santalinées; il établit d'abord deux alliances : les Olacales et les Santalales, la première comprenant trois familles : les Harmandiacées, Aptandracées, Olacacées; la seconde six familles : Schœpfiacées, Arionacées, Sarcophytacées, Santalacées, Myzodendracées et Opiliacées. — M. **L.-A. Gayot** communique ses recherches sur l'embryogénie de l'archégone chez les Muscinées : elles le conduisent à considérer comme tout à fait homologues les organes femelles des Muscinées et des Cryptogames vasculaires. — M. **N. Gréhant** est parvenu à reconnaître que, dans des conditions encore mal définies, l'air provenant d'un calorifère de cave peut contenir assez d'oxyde de carbone pour provoquer des accidents. — MM. **A. Moutier** et **Granier** ont constaté que, chez les artistes qui ne sont atteints d'aucune affection pouvant avoir une influence sur le bon fonctionnement de leur appareil vocal, on observe, à la suite de la franklinisation, une amélioration dans la clarté, la souplesse, le timbre, la facilité de la voix. — M. **L. Dubois** (de Reims) a soumis des cultures de streptocoque à l'action des courants de haute fréquence et a constaté que leur accroissement et leur virulence étaient d'autant plus diminués que l'électrisation était plus longue. — M. **G. Seguy** et **F. Quénisset** ont observé que les personnes soumises très longtemps à l'action des rayons X éprouvent du côté du cœur des troubles particuliers (palpitations et battements). — M. **V. Babes** et **C. Levaditi** ont observé le bacille de la tuberculose avec les divers procédés de coloration recommandés pour l'actinomyces et ont reconnu qu'il présentait la forme actinomycosique. — M. **Maurice Lugeon** a recherché la loi de formation des vallées transversales des Alpes occidentales; il montre qu'elles occupent l'emplacement d'un synclinal transversal au plissement normal des régions considérées. — M. **E Rivière** a trouvé, au cours d'une nouvelle exploration de la grotte de la Mouthe, un grand nombre de dessins gravés sur roche, représentant des animaux et des huttes.

Séance du 12 Avril 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Faye** donne quelques renseignements sur l'Observatoire de l'Etna, d'après M. Ricco. Les manifestations électriques sur l'Etna sont rares et ont lieu spécialement en automne. — M. **Vénukoff** donne les valeurs des longitudes et des latitudes astronomiques et géodésiques, observées dans 37 localités de la vallée de Fergana; les différences entre les données géodésiques et astronomiques sont dues aux attractions locales.

2° Sciences physiques. — M. **Henri Becquerel** donne l'expression de la loi de la décharge dans l'air de l'uranium électrisé, en fonction du temps et du potentiel d'électrisation. — M. **Marage** a photographié les flammes de Kœnig par un nouveau procédé; la flamme n'étant plus agitée par la masse d'air qu'entraînent les miroirs tournants, les images obtenues sont très nettes; l'auteur a pu ainsi observer de nouveaux détails dans la forme des flammes produites par divers sons. — MM. **Foveau de Courmelles** et **G. Seguy** décrivent les expériences qu'ils ont faites avec un nouvel appareil cathodique, générateur de rayons X, et possédant plusieurs ampoules greffées sur un même circuit gazeux. Ils ont constaté que la pression intérieure dans un tube à vide n'est pas égale en tous les points. — M. **V. Ducla** adresse une note sur un baromètre horizontal à air raréfié sans glace fondante. — M. **Marcel Delépine** a mesuré les chaleurs de formation de l'aldéhyde formique à l'état gazeux (+ 25 cal. 4), à l'état dissous (+ 40 cal. 4), en partant, à cet effet, de la réaction qui transforme l'aldehyde formique en hexaméthylène amine. — M. **Denis Lance** a constaté que le gaz ammoniac passant sur du charbon à une température comprise entre 1.000 et 1.100° C. donne toujours du cyanure d'ammonium; le rendement en cyanogène est plus considérable lorsqu'on emploie un mélange de gaz ammoniac, d'azote et d'hydrogène.

3° Sciences naturelles. — M. **Ph. van Tieghem** étudie les Inséminées à nucelle nu, formant la subdivision des Intégminées; elles ne forment qu'une seule famille, les Anthobolacées, qui ne comprend elle-même que quatre genres. — Au sujet des dernières communications de M. Ph. van Tieghem sur les Phanérogames inséminées, M. **D. Clos** fait quelques restrictions sur l'interprétation des parties de l'anthère et sur la nature de l'ovaire dans le genre *Lepidoceras* (Loranthinées). — M. **Armand Sabatier** étudie l'origine et la signification morphologique du sternum et des clavicules. D'après lui, l'appareil sternal est une transformation de la série des interépineux ventraux; il n'est pas une dépendance directe des côtes vertébrales. L'interclavicule représente une pièce sternale médiane et impaire, et les clavicules ne sont que les côtes sternales correspondantes. — M. **L. Bordas** donne une classification des Orthoptères basée sur les caractères de l'appareil digestif; il les divise d'abord en deux sous-ordres, caractérisés principalement par la présence ou l'absence de diverticules intestinaux. Puis le nombre et la disposition des tubes de Malpighi, de même que la conformation et la structure interne du gésier permettent de subdiviser chaque sous-ordre en un certain nombre de familles. — M. **G. Marinesco** communique ses recherches sur l'histologie de la cellule nerveuse; l'étude des coupes lui a montré qu'on doit admettre une continuité anatomique entre les fibrilles du cylindre-axe et des prolongements protoplasmiques et les travées du réseau cytoplasmatique. — M. **Sorel**, dans deux expériences de radiographie du bassin chez des jeunes filles, a vu survenir au bout de quelque temps une tache rouge à l'épigastre, puis une plaie très douloureuse; les sujets étaient très nerveux. — M. **Lannelongue** pense que les effets pathologiques des rayons X doivent être attribués à des troubles nutritifs spéciaux des tissus. — M. **Picaud** a étudié la toxicité des alcools sur les Poissons, les Batraciens et les Oiseaux, en mélangeant l'alcool ou sa vapeur à l'eau ou à l'air dans lequel ils vivent. Il a vérifié que la toxicité des alcools est d'autant plus grande que leur point d'ébullition est plus élevé. — M. **R. Quinton** montre qu'en face du refroidissement du globe, les êtres organisés ont tendu à maintenir artificiellement dans leurs tissus la haute température extérieure primitive. Cette tendance a déterminé la modification de tous les appareils organiques et par conséquent l'évolution elle-même. — M. **Ch. Cornevin** a constaté que le chauffage de la ricine à 100° pendant deux heures la transforme en un vaccin qui, injecté sous la peau, immunise contre l'empoisonnement par le ricin. L'auteur a pu, après avoir ainsi immunisé des animaux, les nourrir en grande partie avec des graines et des tourteaux de ricin.

Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 23 Mars 1897.

M. le Président annonce à l'Académie le décès du Dr **Morvan**, correspondant national. — MM. **Debierre** de Lille) et **Renou** (de Saumur), sont élus correspondants nationaux dans la Division de Médecine. — M. **Lucas-Championnière** pense que l'appendicite n'est pas toujours une maladie primitive de l'organe, mais qu'il y a un très grand nombre de cas où le gros intestin est d'abord longtemps malade et encombré avant que l'état morbide de l'appendice ne s'affirme d'une manière définitive; il reste donc une quantité considérable d'appendices à soigner par le traitement médical. — M. **Dieulafoy**, après l'examen d'un grand nombre de statistiques, conclut que l'appendicite et l'entérite

muco-membraneuse, bien que pouvant coexister chez un même individu, n'ont cependant entre elles aucune relation de cause à effet, contrairement à l'opinion de M. Reclus; d'autre part, bien des appendicites ne sont généralement que des typhlites. — M. le Dr **Hoffa** (de Würtzbourg) lit un mémoire sur le traitement de la luxation congénitale de la hanche. — M. le Dr **Vacher** (d'Orléans) donne lecture d'un travail sur l'extraction du cristallin transparent dans la myopie forte.

Séance du 30 Mars 1897.

M. **Ch. Périer** présente une aiguille de Reverdin, perfectionnée par M. **Mariaud**. — M. **Ch. Monod** fait un rapport sur un mémoire du Dr **Bazy**, relatif à un cas d'hydronéphrose. L'ablation du rein correspondant paraissait être le meilleur traitement du cas; cependant M. Bazy a tenté de réimplanter l'uretère dans le bassinet (urétéro pyélo-néostomie) et il a pleinement réussi. — M. **Hervieux** entretient l'Académie des mesures à prendre en l'absence d'une loi sur la vaccine obligatoire. — M. **P. Reclus** cite de nouveaux cas où l'appendicite a été la suite de l'entéro-colite muco-membraneuse. — M. le Dr **Mouchet** (de Sens) lit une observation d'opération césarienne suivie de l'hystérectomie totale chez une femme en travail atteinte d'un gros fibrome de l'utérus; il vint au monde un enfant vivant et la mère guérit.

Séance du 6 Avril 1897.

M. **Richelot** est élu membre titulaire dans la Section de Médecine opératoire. — M. **Lucas-Championnière** présente quatre malades, atteints de fracture de la clavicule, qui ont été traités exclusivement par le massage sans immobilisation. — M. **Guyon** présente un nouveau cystoscope construit sur les indications de M. **Albarran**. — M. **Brouardel** donne un compte rendu sommaire des travaux de la Conférence internationale de Venise du 19 mars 1897. Les mesures à prendre contre la peste sont rangées sous trois ordres : 1° Mesures à prendre au moment où un voyageur quitte le foyer de l'épidémie (ne laisser monter à bord que des voyageurs bien portants); 2° mesures à prendre en cours de route (avoir à bord des médecins et des étuves pour faire opérer de suite les désinfections nécessaires); 3° mesures à prendre à l'arrivée (elles sont basées sur l'isolement et la désinfection). — M. **Laboulbène** fait remarquer que des accidents d'appendicite ne doivent pas être attribués à la présence de vers parasites dans l'intestin. — M. **Potain** annonce que les 103 malades qu'il a cités comme atteints d'entéro-colite ont été souvent revus et qu'ils n'ont jamais présenté d'appendicite. — M. **Dieulafoy**, après examen des objections de M. Reclus, maintient que l'appendicite, non pas la pseudo-appendicite, mais l'appendicite vraie, vérifiée par l'opération, ne survient que très rarement, à titre exceptionnel, dans le cours des entéro-colites. — MM. **De Lapersonne** et **Grand** signalent un cas d'hémianopsie horizontale inférieure d'origine traumatique. — M. **Chipault** donne lecture de mémoires sur la cure radicale du mal perforant par l'élongation des nerfs plantaires, la ponction lombo-sacrée et le traitement des déviations vertébrales.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 3 Avril 1897.

MM. **C. Richet** et **A. Broca** ont excité électriquement le cerveau d'un chien; si les excitations sont lentes, il y a réponse à chaque excitation; si elles se rapprochent de plus en plus, les réponses deviennent irrégulières et il n'y a bientôt plus qu'une réponse pour deux, trois ou quatre excitations. — M. **Hanriot** montre que la lipase du pancréas n'est pas analogue à celle du sang, car elles sont différemment influencées par le milieu et la température. — M. **Camus** a constaté que la formation de biliverdine dans la bile fraîche n'a pas lieu, même sous l'action de la chaleur, s'il n'y a pas d'oxygène libre en présence. — M. **Boucheron** a employé le sérum de Marmorek dans le traitement de certains rhumatismes à streptocoques et dans certaines iritis rhumatismales; il a obtenu des résultats très encourageants. — M. **Gouget** a observé que, lorsqu'on injecte au lapin le bacille de la pseudo-tuberculose, il se localise dans certains organes : le foie, la rate, et souvent l'appendice. — M. **Rénon** rapporte un cas d'éléphantiasis nostras.

M. **Bonnier** est élu membre de la Société.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Mars 1897.

M. **H. Pellat**, secrétaire général, annonce que les membres de la Société seront consultés individuellement au sujet d'une récente décision de la Commission de la division centésimale de l'heure et de la circonférence, qui propose de diviser l'heure en 100 minutes et la minute en 100 secondes. — Une Commission étudie la proposition faite par M. **Cadot**, de publier, sous les auspices de la Société, une collection de fiches bibliographiques concernant les notes et mémoires relatifs à la Physique; le format adopté serait celui de l'Institut international de classification décimale. — M. **J. Perrin** a continué d'étudier la *décharge par les rayons Röntgen et en particulier le rôle des surfaces frappées*. La décharge peut s'effectuer par l'intermédiaire de l'atmosphère qui sépare les conducteurs, en vertu de ce que M. Perrin appelle l'*effet gaz*; il y a aussi une action directe sur les surfaces métalliques, qui est l'*effet métal*. Pour séparer les deux effets, on vérifie d'abord que l'effet gaz est indépendant de la direction relative des rayons X et des lignes de force en les faisant passer parallèlement, puis perpendiculairement aux armatures d'un condensateur, sans qu'ils rencontrent jamais les armatures et en conservant, dans les deux cas, les mêmes dimensions de l'espace où se produit l'action des rayons. Si l'on recommence la même expérience en constituant l'une des armatures perpendiculaires aux rayons par une mince feuille d'aluminium qui permet à ces rayons d'atteindre les deux surfaces, les deux condensateurs se déchargent avec une rapidité inégale et la différence des deux effets observés constitue la somme des deux effets métal. On peut supprimer l'effet métal relatif à l'une des armatures en y étendant une mince couche d'eau; on constate de la sorte que les effets-métal des deux armatures s'ajoutent. Les mesures montrent que dans un condensateur zinc-aluminium, d'un centimètre d'épaisseur, l'effet métal est 0,4 de l'effet total, c'est-à-dire de 0,7 de l'effet gaz. L'effet métal varie en raison inverse de la racine carrée de la distance à la source; il est indépendant de l'angle d'incidence des rayons. Tous les faits s'expliquent en admettant que les rayons X produisent dans la masse du gaz une ionisation cubique et dans les surfaces métalliques une ionisation proportionnelle à l'aire frappée. M. Perrin a vérifié la loi de la racine carrée de la densité, établie par MM. Benoist et Hurmuzescu pour l'effet total; en retranchant l'effet gaz, proportionnel à la pression, on ne trouve pas, pour l'effet métal seul, de loi simple. M. **Benoist** insiste sur le fait que l'effet total, tel qu'il l'a mesuré, est *expérimentalement* proportionnel à la racine carrée de la densité du gaz; il fait observer que M. Perrin n'a pas utilisé, pour calculer l'effet métal d'après les expériences de MM. Benoist et Hurmuzescu, les dimensions véritables de l'appareil. M. Benoist a étendu ses expériences sur le rôle de la pression jusqu'à 3 atmosphères; en descendant jusqu'à 29,5 cent. de mercure, la loi de la racine carrée subsiste, avec un écart moyen de $\frac{1}{29}$ et pour un condensateur où la distance des armatures (1 cent. 5), était trois fois plus grande que dans le premier appareil. — M. **D. Korda** a constaté, en commun avec M. **Oudin**, *une dissymétrie très marquée produite par les rayons Röntgen*

dans le champ électrostatique des tubes à vide. Une aiguille aimantée qui sert d'*électromètre*, placée au voisinage d'un tube, subit des déviations dont la valeur absolue, indépendante du sens du courant, quand la décharge se fait par une étincelle en dérivation sur le tube, devient au contraire très différente suivant que le tube est traversé dans un sens ou dans l'autre.

M. **Cornu** présente, au nom de M. **Bose**, professeur au Collège de la Présidence, à Calcutta, un appareil destiné à la *production et à l'étude des vibrations de Hertz.* L'excitateur est une sphère de platine de 8 millimètres de diamètre, de part et d'autre de laquelle sont situées deux petites boules reliées à la bobine; la longueur des étincelles est inférieure à $0^{mm},3$. La bobine et l'accumulateur qui l'excite sont enfermés, ainsi que l'excitateur, dans une boîte de cuivre doublée intérieurement de tôle; un ressort extérieur permet de faire jaillir l'unique étincelle nécessaire pour répéter chaque expérience. Le récepteur est basé sur l'augmentation de conductibilité qu'éprouve brusquement une poudre métallique sous l'influence d'une étincelle; M. Bose obtient un appareil de fonctionnement beaucoup plus régulier en juxtaposant une série de spirales de cuivre enroulées sur des aiguilles à tricoter, qu'on peut resserrer à volonté au moyen d'une vis. L'appareil entier présente une surface de 2 centimètres sur 4 millimètres; cette résistance est mise en série sur une pile et un galvanomètre sensible; la déviation croît brusquement quand une onde électrique atteint les fils. On ramène l'appareil à son état primitif en donnant une légère secousse. L'axe du vibrateur est la ligne focale d'une lentille cylindrique d'ébonite, de laquelle sortent des ondes planes; on montre aisément la réflexion par un miroir métallique, la réflexion totale sur un prisme en ébonite, qui permet de déterminer l'indice par approximations successives; la polarisation par une grille métallique. Une grille perpendiculaire à la première ne laisse pas passer les vibrations; l'action reparaît si on interpose un cristal biréfringent : spath, tourmaline, etc. Tous les corps fibreux présentent un maximum de transparence pour les vibrations perpendiculaires aux fibres; ce maximum est corrélatif d'un minimum de conductibilité dans cette direction; l'expérience réussit avec le jute, une mèche de cheveux, la nématite (brucite fibreuse), un faisceau de tubes de verre capillaires contenant du sulfate de cuivre et même avec les doigts allongés et joints. Les corps feuilletés, livres, ardoises, absorbent les vibrations parallèles aux couches superposées. Toutes ces expériences se succèdent devant la Société sans interruption, avec une facilité et une sûreté des plus remarquables.

C. Raveau.

Séance du 2 Avril 1897.

M. **Abraham** décrit l'*oscillographe à induction* que M. **Carpentier** a construit sur ses indications. L'équation générale qui donne la déviation θ d'un galvanomètre traversé par un courant I est :

$$A\frac{d^2\theta}{dt^2} + B\frac{d\theta}{dt} + C\theta = i.$$

A, B, C étant des constantes; si, I étant un courant donné, on réalise un courant i qui satisfasse à la relation :

$$A\frac{d^2I}{dt^2} + B\frac{dI}{dt} + CI = ki,$$

k étant une constante, θ deviendra, quand l'appareil aura pris son régime, proportionnel au courant I à étudier. Le courant CI est fourni par une dérivation du courant principal; le terme $B\frac{dI}{dt}$ est fourni par induction sur une bobine plate à un seule couche de fil, dont la self-induction est négligeable; la constante de temps $\frac{L}{R}$ de cette bobine descend jusqu'à 10^{-5} seconde; cette valeur limite la durée des perturbations qu'on cherche à enregistrer; enfin le terme $A\frac{d^2I}{dt^2}$ est obtenu par induction du courant induit $B\frac{dI}{dt}$ sur une autre bobine. Le galvanomètre est à cadre mobile, très petit, porté par deux fils métalliques, qui roulent, au voisinage du cadre, sur deux coussinets, ce qui permet de régler parfaitement la tension; le miroir réfléchit les rayons envoyés par un arc diaphragmé sur un miroir tournant. En inscrivant photographiquement la déviation produite par un courant connu, celui qui sert à l'entretien d'un diapason, on peut régler l'appareil, jusqu'à ce qu'on obtienne la courbe prévue. M. Abraham projette plusieurs clichés montrant les divers effets des défauts de réglage et l'enregistrement de courants avec l'appareil réglé; il montre, en particulier, la courbe d'un courant induit oscillant, dans laquelle l'influence des vibrations propres de l'inducteur apparaît nettement au début. — M. **N. Gréhant** *a mesuré l'effort maximum que peut produire un muscle isolé à l'aide d'un myo-dynamomètre à sonnerie.* Les courants induits d'un appareil de Du Bois-Reymond traversent un muscle gastrocnémien de grenouille, dont la contraction tétanique, en entraînant un fléau de balance, ferme le circuit d'une sonnerie électrique; on peut porter la charge du muscle jusqu'à 1.200 grammes, sans que la contraction cesse de se produire. Les poisons ne semblent pas, en général, modifier cette force portante du muscle; avec une grenouille qui a vécu vingt-quatre heures, sans paraître incommodée, dans l'hydrogène ou dans une atmosphère contenant 50 % d'oxyde de carbone, ou encore qui a été asphyxiée par l'acide carbonique, on obtient toujours les mêmes résultats. Un muscle curarisé ne présente rien de spécial; la vératrine seule, qui modifie si profondément le tracé musculaire, réduit beaucoup le poids maximum que peut soulever le muscle. — M. **Gréhant** donne quelques détails sur les derniers *perfectionnements* qu'il a apportés *au grisoumètre* de Coquillion (*Comptes rendus*, t. LXXXIII et LXXXVII); après avoir fait passer quatre cents fois le courant dans la spirale de platine qui traverse le mélange à analyser, on prend soin pour faire les lectures, de ramener les gaz à la pression atmosphérique; on juge que ce résultat est atteint par l'observation d'un tube en U contenant de l'eau, branché sur l'éprouvette. M. **H. Le Chatelier** doute qu'on puisse obtenir une grande précision dans des mesures faites sur l'eau; en portant le platine au rouge blanc, on obtient la combustion presque instantanée du grisou. Les appareils basés sur la mesure de la vitesse d'inflammation sont seuls employés aujourd'hui. — M. **Villard** a observé *une réflexion et une réfraction des rayons cathodiques.* Un faisceau de rayons cathodiques qui tombe sur une lame métallique mince la traverse et sort normalement à la lame, quelle que soit la direction de celle-ci. Le faisceau réfracté est d'autant plus diffus que son intensité est plus grande; il produit les effets ordinaires d'échauffement et de fluorescence, ces derniers avec peu d'intensité; il est dévié par l'aimant. On ne constate ces phénomènes qu'au delà d'une lame suffisamment mince, ce qui exclut l'hypothèse d'une nouvelle émission sur la lame fonctionnant comme cathode. En avant d'une lame reliée ou non à l'anode, on peut observer une réflexion qui donne également naissance à un rayon d'abord normal; l'ensemble de la trajectoire rappelle la forme d'une veine liquide qui, tombant verticalement, se réfléchit, puis tend à reprendre sa direction primitive. Deux faisceaux séparés, tombant sur la même lame, peuvent se couper après réflexion dans leur partie courbe. Ces phénomènes apparaissent avec une netteté particulière dans les vides qui commencent à donner naissance aux rayons X; si le vide est moins élevé, il faut rapprocher la lame de la cathode; M. Villard présente des photographies de tubes dans lesquels des rayons sont réfléchis ou réfractés.

C. Raveau.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences physiques

William Ramsay, F. R. S. et **Morris W. Travers** : **Les constituants gazeux de certaines substances minérales et eaux naturelles.** — *Examen des minéraux* : Le minéral était réduit en poudre fine dans un mortier d'agate, puis mélangé avec environ deux fois son poids de sulfate acide de potassium ; le mélange était placé dans un tube en verre dur, relié à une pompe de Töpler, et, après qu'on eut fait le vide, chauffé jusqu'au rouge avec un bec de Bunsen. Les gaz dégagés étaient pompés, puis recueillis sur le mercure dans un tube contenant un peu de potasse caustique en solution. Le minéral était quelquefois chauffé seul; le résultat était le même, mais le dégagement des gaz était généralement moins rapide. La fergusonite, la samarskite, la monazite ont donné jusqu'à 1,5 c. c. d'hélium par gramme, la columbite (variété de tantalite) 1,3 c. c. d'hélium. Un échantillon de pitchblende du Colorado a donné 0,36 c. c. de gaz, dont 0,3 c. c. d'hélium. 5 grammes de malacone ($ZrSO^4$) donnèrent 12 c. c. de gaz non absorbable par la soude caustique; après explosion avec l'oxygène, il restait 0,1 c. c. de gaz, lequel, soumis à l'étincelle électrique, montra les raies de l'argon et de l'hélium. D'autres essais faits avec de plus grandes quantités du minéral, ont donné des résultats identiques. Le cinabre, la cryolithe, l'apatite, la serpentine, le gneiss, du minerai de cobalt, de la lave d'Islande, du diamant, donnèrent des quantités variables de gaz; mais ces gaz consistaient entièrement en hydrogène, oxygène et oxyde de carbone. La célestine et la scapolite ne donnèrent rien. Cinq échantillons différents de fer météorique donnèrent des quantités variables de gaz, consistant uniquement en hydrogène.

Examen des eaux minérales. — Une tourie d'eau de la source sulfurée de Harrogate donna 650 c. c. de gaz; après action de l'étincelle, il resta 45 c. c. d'argon. Une tourie d'eau des sources de Strathpeffer donna un litre de gaz, lequel contenait 22 c. c. d'argon. M. Bouchard a, le premier, signalé la présence d'argon et d'hélium dans les eaux minérales de Cauterets; les auteurs se sont rendus dans cette localité et ont prélevé, au moyen d'un dispositif ingénieux, des échantillons des gaz qui s'échappent des sources Raillère, des Œufs, César et Espagnole. Le gaz de la source Raillère contient de l'argon et beaucoup d'hélium; celui de la source des Œufs, de l'argon avec peu d'hélium; celui de la source Espagnole, de l'argon et de l'hélium; celui de la source César, de l'argon avec un peu d'hélium. Les auteurs ont essayé de séparer les mélanges de gaz obtenus en plusieurs constituants, soit en se basant sur leurs solubilités différentes dans l'eau, soit au moyen de la diffusion; mais les parties de gaz obtenues n'ont jamais montré, au spectroscope, d'autres lignes que celles de l'argon et de l'hélium. — Les auteurs sont parvenus à séparer l'argon de l'hélium en absorbant ce dernier gaz par du platine déposé sur les parois du tube où jaillit l'étincelle. La combinaison de platine et d'hélium laisse ensuite dégager l'hélium quand on la chauffe fortement dans un tube.

2° Sciences naturelles

Shelford Bidwell, F. R. S. : **Sur les phénomènes de coloration qui accompagnent des variations subites d'illumination.** — Les expériences qui suivent ont été entreprises dans le but de donner une explication des phénomènes de coloration produits par la *toupie de Benham*. Cette toupie est formée par un disque de carton d'environ 10 cent. 8 de diamètre; une moitié du disque est noircie; l'autre moitié présente, sur fond blanc, quatre groupes de trois lignes noires, ayant la forme d'arcs de cercle concentriques d'une ouverture de 45°, situés à des distances différentes du centre du disque (fig. 1); l'épaisseur des lignes est d'environ 1 millimètre. Quand le disque tourne, chaque groupe de lignes présente une couleur différente. Mais la nature des couleurs dépend de la vitesse de rotation, de la nature et de l'intensité de l'illumination. L'auteur a adopté, dans ses expériences, une vitesse de 5 tours par seconde et l'éclairage d'une lampe à incandescence de 16 bougies placée à 15 centimètres. Dans ces conditions, le groupe de lignes internes apparaît d'une couleur rouge vif, le groupe voisin rose brun, le groupe suivant vert olive et le dernier groupe bleu sombre. Si la rotation du disque est renversée, les couleurs apparaissent dans l'ordre inverse. La plus frappante de ces couleurs est le rouge, à peine y a-t-il quelque hésitation pour le bleu, mais les teintes des deux groupes intermédiaires sont plus indécises et difficiles à spécifier. Les deux seules théories sérieuses qui aient été données de ces phénomènes sont celles de Liveing et d'Abney. La théorie de Liveing repose sur l'hypothèse que certains constituants de la lumière blanche sont plus rapidement perçus par l'œil que d'autres, (le rouge étant le premier à cet égard) et que la durée de l'impression de chaque constituant diffère (le bleu étant le

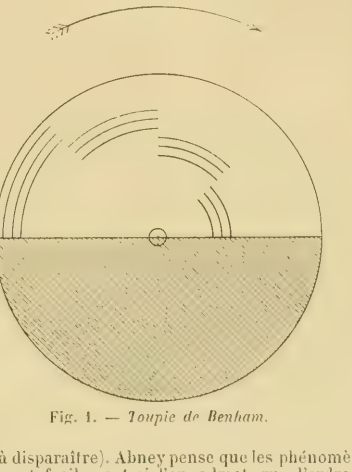


Fig. 1. — *Toupie de Benham.*

dernier à disparaître). Abney pense que les phénomènes s'expliquent facilement si l'on admet que l'ordre de persistance des sensations colorées est : violet, vert, rouge. Plusieurs objections peuvent être faites à ces théories; en particulier, le fait que, si l'on augmente l'épaisseur des lignes, le rouge et quelques autres couleurs n'apparaissent plus que sur les bords, autorise suffisamment à les rejeter. Pour l'auteur, la vraie explication, spécialement en ce qui concerne le rouge et le bleu, doit être recherchée dans les phénomènes colorés qui accompagnent les changements subits d'illumination. Voici quelques expériences faites dans cet ordre d'idées.

Expériences. — Une plaque métallique est percée d'une ouverture circulaire, qu'on recouvre de mince papier blanc portant diamétralement une bande de papier d'étain; on place à 30 centimètres derrière la plaque une lampe à incandescence de 8 bougies. L'ouverture, d'abord masquée par un obturateur, est découverte rapidement : 1° On observe que le disque lumineux semble s'accroître, puis il revient à sa largeur primitive; au contraire, la bande de papier d'étain semble se rétrécir, puis s'élargit ensuite. 2° Un halo lumineux, bleu ou bleu-violet, apparaît, s'élargit au delà des bords du disque, puis se contracte rapidement et disparaît. 3° En même temps, le disque paraît entouré d'une couronne rouge-vif, qui se dilate également, puis se contracte ; l'accroissement apparent du disque lumineux est probablement dû à l'extravasation

de cette couronne rouge. La bande de papier d'étain paraît également rouge. Si on déplace rapidement la lampe derrière l'ouverture, les bords de la traînée de lumière formée sont rouges. Si on se sert d'une lampe de 16 bougies, la couleur rouge fait place à une couleur bleu-verdâtre. Lorsqu'on fait usage de lumières colorées, la bordure rouge n'apparaît que si la lumière contient des radiations rouges et jamais dans le cas contraire. Ces phénomènes n'apparaissent qu'aux personnes très exercées à ce genre d'expériences; l'auteur indique un appareil simple qui permet de les rendre visibles aux observateurs non initiés. — Dans un disque de carton de 15 centimètres de diamètre, on découpe un secteur de 60°; le reste du disque est divisé, par un rayon, en deux parties, dont l'une est peinte en noir. Le disque tourne à une vitesse de 5 ou 6 tours par seconde; il est éclairé par une lampe de 16 bougies. Une carte blanche sur laquelle on a tracé des lignes noires est placée sous le disque, de façon à être vue quand elle se trouve sous le secteur enlevé. Si le disque tourne de façon à ce que le secteur supprimé soit précédé par la partie noire du disque et suivi par la partie blanche, les lignes noires apparaissent en rouge. Si on tourne dans le sens contraire, les lignes noires apparaissent en bleu, comme les lignes extérieures de la toupie de Benham. Mais si on analyse de plus près ce dernier phénomène, on voit qu'il n'y a là qu'une illusion : c'est le fond blanc immédiatement contigu aux lignes noires qui devient bleu; les lignes elles-mêmes sont grises. En effet, si une feuille de carton entièrement noircie est placée sous le disque tournant, elle apparaît grise; mais si l'on place au milieu de la feuille de carton un petit morceau de papier blanc, les bords du papier sont colorés en bleu, mais non le carton noir. En résumé, si un disque noir apparaît subitement sur un fond blanc, il paraîtra entouré d'un bord bleu.

Remarques sur les expériences. — Le halo bleu observé dans la première expérience peut être dû, soit à une excitation sympathique des fibres nerveuses de la rétine placées au voisinage de celles directement influencées par la lumière ou à de la lumière dispersée par le milieu imparfaitement transparent de l'œil; dans ce dernier cas, la disparition rapide du halo peut être attribuée en partie à la diminution de sensibilité de la rétine après la première impression, en partie à la contraction de l'iris. L'intérieur sombre du halo est probablement connexe à une classe de sensations lumineuses étudiées par M. Aug. Charpentier : ce dernier a observé que la sensation de luminosité est suivie immédiatement par une réaction sombre très brève. Quoi qu'il en soit du halo bleu, il n'y a aucun doute que la couronne rouge ne soit due à une excitation sympathique; lorsque les fibres nerveuses rouges de la théorie de Young-Helmholtz sont affectées par une lumière dont l'intensité ne dépasse pas certaines limites, les fibres avoisinantes sont affectées sympathiquement pendant une courte période, tandis que les fibres violettes et vertes réagissent peu ou pas. Il est plus difficile d'expliquer pourquoi, lorsque l'intensité lumineuse dépasse une certaine limite, le bord rouge est doublé ou remplacé par une bande bleue-verte. Lorsqu'une toupie de Benham tourne à la lumière du jour, il est très possible d'apercevoir le rouge et le bleu-vert en même temps; la persistance du bleu est plus grande que celle du rouge. Le bleu-vert paraît être une couleur complémentaire du rouge, et c'est le développement de cette couleur qui rend le rouge moins visible à la lumière ordinaire qu'avec une lumière artificielle. — La formation d'un bord bleu autour des objets noirs sur fond clair peut s'expliquer par une réaction sympathique brève dans les fibres nerveuses adjacentes à celles où le stimulus excitant n'existe pas, cette réaction étant plus prononcée pour les fibres rouges ou ayant lieu seulement pour ces fibres; si les fibres rouges immédiatement extérieures à la région noire cessent pour un moment de répondre à l'excitation lumineuse, comme les fibres comprises dans cette région, il se produira un bord bleu.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 12 Mars 1897.

M. William Barlow : *Sur une cause mécanique de l'homogénéité de structure et de symétrie.* L'auteur établit d'abord que toute structure homogène montre l'une ou l'autre des trente-deux espèces de symétrie cristalline; il montre ensuite que des structures homogènes possédant la plupart, si ce n'est toutes ces espèces de symétrie, peuvent être produites mécaniquement : elles sont l'état d'équilibre d'un assemblage de particules qui se repoussent mutuellement, et ces systèmes mécaniques offrent des propriétés analogues à celles de la matière cristallisée. L'auteur part du point de vue suivant : Un certain nombre de particules de différentes natures se repoussant mutuellement sont dispersées dans l'espace; la différence de leurs natures consiste simplement dans la différence de répulsion mutuelle entre des particules semblables de deux natures différentes. Tout assemblage ainsi constitué tendra continuellement ou coïncidera avec un état limite, dans lequel les particules seront disposées de telle façon qu'elles occuperont un espace minimum sous une pression générale (ou une répulsion moyenne) donnée. Cette loi, que l'auteur appelle la loi de l'arrangement le plus compact, régit tous les assemblages de particules définis plus haut, quelque nombreuses que soient les espèces de particules; mais l'arrangement limite ne peut être déterminé que si l'on se trouve en présence d'un petit nombre de particules différentes. L'auteur étudie alors les assemblages les plus simples et indique le type de symétrie qui se produit lorsque l'équilibre des particules est réalisé. La description est illustrée par des modèles composés de petites sphères en bois représentant les particules. De très petites variations dans la répulsion des particules altèrent la forme de l'arrangement d'équilibre, quelquefois en modifiant seulement les angles sans affecter le type, d'autres fois en changeant le type. Les variations du premier cas sont analogues aux déformations des cristaux soumis à des variations de température, celles du second cas sont analogues à ce qui se passe dans le polymorphisme. L'auteur montre comment sa théorie peut expliquer certaines propriétés des cristaux et le mécanisme des combinaisons chimiques.

Séance du 26 Mars 1897.

M. R. Appleyard signale quelques expériences sur la cohésion des liquides servant de conducteurs : 1° Un tube de verre contient du mercure et de l'huile de paraffine; on l'agite jusqu'à ce que le mercure se divise en petits sphéroïdes. Dans ces conditions, la résistance de la chaîne de sphéroïdes est de plus eurs mégohms. Si l'on fait passer dans le liquide un courant ou la décharge d'un oscillateur, la cohésion se manifeste et les petits sphéroïdes se rassemblent en larges globules; en même temps la résistance tombe jusqu'à une fraction d'ohm; 2° Une expérience analogue peut être réalisée avec de l'eau en suspension dans de l'huile. Après électrisation, l'eau est précipitée comme de la pluie dans l'air; 3° Dans une autre expérience, des globules de mercure émettent, sous l'influence de l'électricité, des espèces de tentacules qui peuvent se résoudre en un certain nombre de petits sphéroïdes. — **M. W. Ramsay** dit qu'il a essayé de produire du beurre en rassemblant les particules grasses du lait par l'électricité. — **M. Dalby** présente cinq appareils montrant, d'une façon pratique, le degré de liberté des corps qui sont retenus par un certain nombre de points. — **M. Thompson** expose deux appareils destinés à mettre en évidence ce principe que tout mouvement harmonique simple peut être considéré comme la résultante de deux mouvements directs opposés. Dans le premier cas, deux mouvements circulaires opposés d'égales période et amplitude forment un mouvement rectiligne; dans le second cas, deux mouvements harmoniques

simples d'égales période et amplitude avec une certaine différence de phase forment un mouvement circulaire. — M. **Thompson** exécute quelques expériences avec une couleur sensible à la chaleur, composée avec un iodure double de cuivre et de mercure; à la température ordinaire elle est rouge, au-dessus de 97° noire. Si on en couvre un papier et qu'on le chauffe, le changement de couleur se fait en quelques secondes; si on applique la main derrière le papier de façon à le refroidir localement, la main apparaît en rouge sur noir. — M **Thompson** présente un appareil qui montre le mode de transmission des oscillations hertziennes. Une rangée de balles de plomb sont suspendues en ligne droite par des fils, lesquels sont arrangés en forme de filet. Si l'on veut propager dans le système une ondulation de la forme des ondes acoustiques (en balançant la première balle dans le plan des autres), le mouvement s'arrête, car il est empêché par le filet. Il n'y a que les vibrations transverses qui peuvent être transmises.

Séance du 9 Avril 1897.

M. **T.-A. Garnett** et **W. Lucas** décrivent un nouveau téléphone avec aimants en nickel[1]. — M. **S.-P. Thompson** dit que des récepteurs à fils de nickel ou de cobalt lui ont donné de bons résultats; mais il n'a rien obtenu en se servant de ces métaux pour les transmetteurs. — M. **W.-A. Price** étudie au point de vue mathématique une nouvelle forme de câble sous-marin. Il se compose de deux conducteurs concentriques interrompus alternativement à différents points sur toute leur longueur. Le câble est supposé posé en cercle, et des charges successives d'électricité sont appliquées à l'extrémité d'un diamètre; on calcule l'amplitude des charges périodiques arrivant à l'extrémité opposée du diamètre. La théorie indique que, dans aucun cas, la vitesse de ce câble ne peut être plus grande que celle d'un câble ordinaire. La « définition » des signaux est meilleure que celle obtenue avec un câble ordinaire de même poids et de même longueur. — M. **W.-A. Price** montre un galvanomètre dont l'aiguille est supportée par des fils de caoutchouc. — MM. **H. Garnett** et **W.-B. Morton** étudient l'effet produit par l'insertion d'un condensateur dans le circuit secondaire de l'appareil employé par Blondlot pour obtenir des ondes électriques stationnaires dans les fils. La position des nœuds était déterminée comme d'habitude par un pont et un tube à vide indicateur. La valeur du déplacement des nœuds dépend de la position du condensateur; elle est nulle quand il est placé à un nœud, maximum quand il est au milieu entre deux nœuds.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 27 Février 1897.

1. Sciences mathématiques. — M. **H.-G. van de Sande Bakhuyzen** rend hommage à la mémoire de K. Weierstrass, membre étranger de l'Académie, décédé. — M. **G. de Vriès** : *Les équations du mouvement des cyclones.* L'auteur cherche à démontrer qu'on peut arriver à une solution en faisant des suppositions simplifiantes. D'après ses résultats, la supposition du Dr Pockels (*Meteorologische Zeitung*, 1893) est à rejeter.

2. Sciences physiques. — M. **J.-D. van der Waals** : *Particularités de forme de la courbe de fusion.* L'auteur continue la précédente communication (voir *Revue générale des Sciences*, t. VIII, p. 219) sur la courbe $f(x, \tau) = 0$, où x représente pour la matière solide (sel) la teneur en sel anhydre, tandis que τ indique la température de fusion. En flagrant désaccord avec les résultats de M. H. Le Chatelier : « Ueber einige Eigentümlichkeiten der Löslichkeitskurven » (Sur quelques particularités des courbes de solution, *Zeitschrift für Phys. Chem.*, t. XXI), M. van der Waals prouve d'abord que la température maximum de fusion qui se présente quand la teneur x de la matière solide est égale à celle de la matière liquide, est un maximum absolu; ensuite que le point correspondant de la courbe est un maximum analytique et non pas un point anguleux, si x diffère des deux valeurs limites zéro et l'unité. — M. H. Kamerlingh Onnes présente un mémoire de M. **W. van Bemmelen** intitulé : Werte der erdmagnetischen Deklination für die Periode 1500-1700, und ihrer Säcular-Variation für die Periode 1500-1850. — M. H. Haga présente, au nom de M. **P.-G. Tiddens** (Groningue), un mémoire : Remarques sur les expériences de M. Fomm, se rapportant à la longueur d'onde des rayons X. L'auteur démontre que les conclusions de M. Fomm (*Wiedemann's Annalen*, o. t. 1896) sont tout à fait illusoires et que l'explication de M. Sagnac (*Comptes rendus*, novembre 1896) ne s'applique pas à une nouvelle série d'expériences qu'il vient de faire. — M. **A.-P.-N. Franchimont** traite du groupe nitro dans les nitramines. Selon lui les nitramines neutres et les nitramines acides contiennent le même groupement. Mais si, dans les dernières, on remplace l'atome d'hydrogène par un métal, celui-ci se transporte plus facilement de l'azote à l'oxygène. Ces dérivés métalliques réagissent de deux façons avec des chlorures d'alkyle, mais aucun des produits, ni la vraie nitramine neutre, ni son isomère, ne rendent la nitramine acide dans le traitement avec un alcali. Aucun des deux ne se comporte comme le ferait un éther composé d'un acide stable. Cependant, le caractère acide de la méthylnitramine est démontré, parce qu'elle décompose les carbonates, les cyanures, les cyanates, les sulfures, les sulfites, les azotites, les alcalis; elle réagit sur le tournesol et se combine directement à l'ammoniaque. Sa conductibilité électrique n'est que très faible et ne peut démontrer pas plus que les propriétés précédentes la présence d'un groupe OH. La méthylnitramine réagit, ainsi que les nitroéthanes, immédiatement et à froid avec l'alcool pipéridinométhylique en donnant un corps bien cristallisé fondant à 51°; une molécule d'eau est éliminée. De la même façon se conduit l'éthylène dinitramine avec deux molécules de l'alcool susdit. Mais ces corps diffèrent de ceux produits par les nitroéthanes en ce qu'ils sont facilement décomposés à froid par les alcalis ou leurs carbonates en rendant la nitramine et l'alcool. Toutes les propriétés des nitramines acides s'expliquent facilement avec les formules ordinaires en admettant que l'atome d'hydrogène mobile se fixe selon les circonstances, tantôt à l'azote, tantôt à l'oxygène; en tout cas, cette explication est préférable à celle qui se base sur une formule nouvelle, proposée récemment par M. Hantzsch. — Ensuite M. Franchimont présente un travail de M. **P. van Romburgh** (Buitenzorg, île de Java) sur l'action de l'acide azotique fumant sur la méthyléthylaniline et de l'anhydride chromique sur la 2.4 dinitrométhyléthylaniline. La première réaction a engendré la trinitrophénylméthylaniline; donc le groupe éthyle a été oxydé et remplacé par AzO_2. Le même résultat fut obtenu en traitant la 2.4 dinitrométhyléthylaniline avec l'acide azotique fumant. Dans la seconde réaction, c'est encore le groupe éthyle qui est oxydé; ici il est remplacé par un atome d'hydrogène, car il s'est formé de l'aldéhyde et la 2.4 dinitromonométhylaniline.

3. Sciences naturelles. — M. **H.-J. Hamburger** continue ses recherches sur l'influence de l'acide carbonique sur le gonflement des corpuscules rouges et blancs du sang (voir *Revue gén. des Sciences*, t. VIII, p. 40). Il se demande s'il s'agit ici d'une action spécifique de ce gaz ou bien si l'on a affaire à un cas spécial d'une action d'ac des en général. Or, il trouve que, par l'addition de quantités minimes d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique (0.0044 %) les globules rouges et blancs se gonflent distinctement. Au contraire, on obtient un rétrécissement par l'addition de KOH. Ces phénomènes s'expliquent par le fait que, par l'addition d'acide, la force hydrophile du contenu liquide des globules subit un accroissement plus considérable que

[1] La *Revue* consacrera prochainement une notice détaillée à cette intéressante application.

celui du sérum ambiant et que, par l'addition d'alcali, il se montre précisément le contraire. — M. R.-D.-M. Verbeek présente un exemplaire de l'ouvrage intitulé « Description géologique de Java et de Madoura », par le Dr R.-D.-M. Verbeek et R. Fennema, en deux volumes avec atlas. A cette occasion, il donne un aperçu des formations qui se rencontrent à Java. Dans l'île de Java même on ne rencontre pas de roches plus anciennes que les roches *crétacées*, mais dans l'archipel voisin des Karimoundiawa, on trouve des quartzites et des schistes argileux qui, de même que les roches de Bangka et de Billiton, sont probablement *paléozoïques*. On trouve ensuite à Java des assises du tertiaire inférieur, avec nummulites, orbitoïdes à loges médianes rectangulaires et alvéolines. Les couches néo-tertiaires qui atteignent l'épaisseur considérable de 6.000 mètres, se distinguent du tertiaire inférieur par l'absence des nummulites et l'apparition d'orbitoïdes à loges médianes spatuliformes. Les assises, que l'on peut diviser, suivant leur position, en trois étages ou sections, renferment presque toutes du gravier de roches éruptives du miocène inférieur, savoir : des andésites et des basaltes. Parmi les roches éruptives on trouve, dans la formation crétacée du diabase, du gabbro et de la porphyrite à quartz; dans le tertiaire inférieur également des roches présentant encore un caractère ancien et correspondant complètement aux diabases et diorites d'assises beaucoup plus anciennes de l'Europe. Les roches éruptives miocènes, au contraire, ont un aspect plus récent et appartiennent aux andésites et aux basaltes. Les *volcans*, au nombre de 121, en y comptant les îles volcaniques du détroit de la Sonde, ont déjà pris naissance à l'époque du tertiaire supérieur ; ils ont été édifiés principalement dans la période quaternaire par accumulation de matériaux autour d'un centre, le cratère. Quelques-uns sont encore actifs dans la période actuelle : il y a 14 de ces volcans dont on connaît des éruptions modernes. Cinq des cimes volcaniques se composent de roches leucitiques et néphéliniques, tout le reste d'andésite et de basalte outre des quantités très peu importantes d'obsidienne et de ponce. Les *sédiments quaternaires* sont presque totalement formés de gravier volcanique, disposé ordinairement en couches horizontales, en sédiments, partiellement d'eau douce, partiellement d'eau marine. Enfin les *formations alluviales* se composent des alluvions les plus récentes des rivières et de la mer, sable et argile, puis calcaire corallien, déjections volcaniques et quelques autres roches. L'auteur montre une carte géologique de Java jointe à l'ouvrage susdit et termine en donnant un aperçu des minéraux utiles de Java. Les *minerais* sont de peu d'importance. Les *houilles* que l'on trouve dans la formation éocène du Bantam méridional ne promettent pas grand chose, surtout à cause de leur position très défavorable. Le *pétrole* toutefois est de grande importance. Il se montre à Java dans les couches néotertiaires et doit probablement son origine principale à la masse sarcodaire de foraminifères très petits mais représentés en quantité innombrable. Sumatra et Bornéo semblent également riches en pétrole. — Rapport de MM. C.-K. Hoffmann et T. Place sur le mémoire de M. Eugène Dubois : Le rapport entre le poids du cerveau et le volume du corps des Mammifères.

P.-H. Schoute.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 4 Mars 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. Em. Wœlsch : Sur les surfaces à arcs élémentaires de Liouville. M. Fr. Maly : Principes du calcul de médiation.

2° Sciences physiques. — M. I. Klemencic communique ses recherches sur le *retard magnétique*. L'induction magnétique, qui se produit dans les fils de fer doux chauffés pendant longtemps dans un champ magnétique faible, se compose de deux parties, comme l'ont montré Ewing et Lord Rayleigh. L'une suit immédiatement l'apparition et la disparition des forces magnétisantes; l'autre se développe lentement après la première, de telle façon que l'intensité magnétique n'atteint son maximum qu'après quelques minutes. C'est cet effet que l'auteur appelle retard magnétique: il se forme plus rapidement au milieu du fil qu'aux extrémités. Il ne se produit que dans les champs faibles et diminue quand la force du champ augmente. L'auteur n'a pu mettre en évidence la relation qui existe entre le retard magnétique et l'épaisseur du fil, probablement à cause des échauffements différents des divers fils. Le phénomène ne se produit qu'avec des fils neufs. — MM. F. Ulzer et H. Seidel : Sur l'acide lactique. Les auteurs indiquent un nouveau procédé de dosage de ce corps, qui consiste à l'oxyder en acide oxalique par le permanganate de potasse dans un milieu alcalin. Les auteurs ont reconnu que les acides lactiques du commerce renferment des anhydrides du groupe des lactones. — M. L. Kohn étudie les produits de condensation de l'aldéhyde isovalérique. Par l'action de la potasse alcoolique sur le valéral, l'auteur a obtenu un polymère de ce corps, auquel il attribue la formule du valéraldol; cette formule se vérifie par la préparation et l'analyse de l'oxime et de l'oxyacide correspondants. Le valéraldol est instable aux hautes températures; dans sa décomposition, il se forme souvent un aldéhyde non saturé $C^{10}H^{18}O$.

3° Sciences naturelles. — M. F. Becke donne la description du tremblement de terre qui s'est fait sentir le 5 janvier 1897 dans le sud du Böhmerwald. — M. A. Adamkiewicz : Sur la pression intra-crânienne et le mouvement du liquide cérébrospinal.

Séance du 11 Mars 1897.

Sciences naturelles. — MM. M. Steinlechner et C. Tittel : Le *musculus ventricularis* de l'homme.

Séance du 18 Mars 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. F. Mertens communique deux notes : l'une relative à la preuve, donnée par Dirichlet, du théorème d'après lequel toute progression arithmétique infinie de nombres entiers, dont la différence n'a pas de diviseur, contient une infinité de nombres premiers; l'autre sur un problème de la théorie des nombres.

2° Sciences naturelles. — M. A. Wagner : Monographie du genre *Pomatias* Studer. — M. A. Kreidl communique ses recherches sur les racines des nerfs glosso-pharyngien vague et accessoire chez les Singes. Il s'agissait de trouver les racines nerveuses qui, dans leur développement périphérique, forment les nerfs moteurs du larynx, du pharynx, de l'œsophage, les fibres suspensives du cœur et les fibres de Hering-Breuer. L'auteur a employé la méthode qui a servi à Grossmann dans ses recherches analogues sur les lapins. — M. Lorenz von Liburnau donne la description d'une nouvelle espèce fossile, la *Halimeda Fuggeri*, trouvée dans le flysch préalpin de Muntigl (près Salzbourg).

Séance du 1er Avril 1897.

1° Sciences physiques. — M. Bruno Bardach : Sur la cause de la coagulation des laits chauffés. On sait que le lait chauffé au-dessus du 100° se coagule au bout d'un certain temps, qui peut varier de douze heures à 100° jusqu'à trois minutes à 150°. L'auteur établit que cette coagulation est due à une transformation de la caséine, qui a lieu grâce à la formation d'une petite quantité d'acide aux dépens de la lactose contenue dans le lait.

2° Sciences naturelles. — M. Lazar Car : Sur le mécanisme de la locomotion chez les Pulmonées. M. J. Zanietowski communique ses études graphiques sur le mécanisme de l'excitabilité dans l'électrisation. M. J. Schaffer : Sur les glandes du tube salivaire de l'homme.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

8e ANNÉE N° 10 30 MAI 1897

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES VOYAGES D'ÉTUDE

DE LA *REVUE*

Un goût plus vif et plus éclairé pour les voyages semble se manifester depuis quelques années dans l'élite de notre société française, si longtemps accusée de ne pas savoir franchir les limites de la Patrie, d'oser à peine s'éloigner du foyer familial. Ce mouvement est trop intéressant au point de vue du développement intellectuel de notre pays, pour que la *Revue générale des Sciences* n'estime pas devoir le seconder de toutes ses forces.

Des contrées parcourues, le géographe rapporte une vision plus nette. L'historien et l'ethnographe comprennent mieux le développement d'une civilisation, les circonstances qui ont influé sur la formation d'un peuple, les conditions de la lutte des races, après avoir visité les monuments de l'antique Egypte, les vieilles cités de l'Asie-Mineure ou cette grande ville cosmopolite qu'est la moderne Constantinople. Si nécessaires que soient aujourd'hui au géologue, au physicien, au biologiste, les études de cabinet, le laboratoire ne saurait dispenser ces chercheurs d'observer de leurs yeux les grands phénomènes naturels : le cratère encore enflammé du Vésuve, les fjords et les glaciers de la Norvège, une forêt des tropiques n'en apprennent pas moins au savant qu'au simple touriste. L'artiste, qui est en tout homme cultivé, le littérateur, l'archéologue ne se trouvent-ils pas en plus étroite communion d'idées avec les Maîtres lorsqu'ils connaissent le pays même — Grèce, Italie, etc. — où ceux-ci ont vécu, rêvé et travaillé, où sont venus au jour les chefs-d'œuvre qu'ils ont enfantés et dont la beauté se révèle plus saisissante lorsqu'on les voit se dresser encore debout sur le sol natal ? A la suite de longues et patientes recherches dans les documents arides de la Statistique, quelle impression de vie intense ne ressentira pas l'économiste à voir palpiter sous ses yeux, comme des organismes en pleine activité, les cités industrielles et manufacturières du Royaume-Uni et de l'Allemagne, les grands ports du Nord de l'Europe ?

A côté de cet attrait particulier, presque professionnel, que présente le voyage pour le spécialiste de chaque genre d'étude, un avantage d'ordre supérieur en résulte : chacun est en droit d'y chercher plus et mieux que la satisfaction d'une curiosité simplement technique. « Je crains l'homme d'un seul livre », disait Sénèque ; à nul il n'est permis aujourd'hui d'être strictement l'homme d'une seule science ou d'une seule idée. Savants ou artistes, hommes d'étude ou d'industrie, jeunes gens sortant des écoles, hommes du monde mêmes, il faut que tous aient « des clartés de tout » ; tous doivent chercher et trouver dans le voyage un complément à leur culture générale, un enseignement dont bénéficient, en fin de compte, la Société et la Patrie.

Pour retirer du voyage ce profit intellectuel, certaines conditions sont nécessaires. Il importe de ne pas s'en aller à l'aventure, avec un itinéraire de hasard, tracé sans discernement, et il est bon qu'une organisation prévoyante épargne au voyageur, presque à son insu, les mille soucis de la vie de chaque jour, surtout la perte d'un temps souvent étroitement mesuré. Il y a des livres à connaître et qui doivent être indiqués. Enfin, il faut que, choisis d'après leur compétence et leur expérience des contrées à visiter, des hommes d'érudition et de science veuillent bien se faire les initiateurs de ceux qui, moins spécialement préparés, ont, avec le désir de voir, celui de comprendre et de retenir, afin de se trouver, au retour, plus riches d'idées et de connaissances.

C'est dans cet esprit que la *Revue* a pensé devoir mettre à l'étude toute une série de voyages où, en assurant à ceux qui voudraient y prendre part, toutes les facilités matérielles, elle pourrait joindre à eux, comme directeurs et conférenciers, des hommes d'une autorité reconnue aussi bien dans les Arts et l'Archéologie que dans les Sciences et l'Histoire.

Pour mieux y réussir, elle a demandé et obtenu la formation d'un Comité d'hommes de science et d'hommes d'exécution, devant donner les uns les conseils de leur savoir, les autres le concours de leur expérience pratique des grands moyens de communication modernes

tant sur terre que sur mer. Ce Comité se trouve dès maintenant constitué comme il suit :

Comité de Patronage et d'Études.

MM.

O. Gréard . . *Vice-Recteur de l'Académie de Paris, membre de l'Académie française et de l'Académie des Sciences morales et politiques;*

J. Bouquet de la Grye, *Ingénieur en chef de la Marine, membre de l'Académie des Sciences;*

E. Bourgeois . *Maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure;*

P. Brouardel . *Doyen de la Faculté de Médecine de Paris, membre de l'Académie des Sciences;*

E. Chabrier. . *Ingénieur civil, Administrateur délégué de la Compagnie générale Transatlantique;*

L. Grandeau. . *Inspecteur général des Stations Agronomiques, membre du Conseil supérieur de l'Agriculture;*

A. Grandidier. *Membre de l'Académie des Sciences, Président du Comité de Madagascar;*

S. Halfon. . . *Administrateur de la Compagnie générale Transatlantique;*

E. Hamy . . . *Professeur au Muséum, membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres;*

MM.

T. Homolle. . *Directeur de l'Ecole française d'Athènes, membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres;*

E. Levasseur . *Professeur au Collège de France et au Conservatoire des Arts et Métiers, membre de l'Académie des Sciences morales et politiques;*

A. Milne-Edwards, *Directeur du Muséum, membre de l'Académie des Sciences, Président de la Société de Géographie;*

G. Monod. . . *Président de l'Ecole pratique des Hautes Etudes, maître de Conférences à l'Ecole Normale Supérieure;*

A. Musnier . . *Administrateur de la Compagnie des Messageries maritimes.*

O. Noel . . . *Publiciste, Administrateur de la Compagnie des Messageries maritimes;*

L. Olivier. . . *Docteur ès sciences, Directeur de la* Revue générale des Sciences;

H. Léonardon. *Archiviste-paléographe, Secrétaire du Comité.*

En s'associant étroitement à cette œuvre de haute éducation intellectuelle, pour laquelle se sont manifestées de si précieuses et de si honorables sympathies, la *Revue* a pensé qu'elle ne faillirait point à sa mission.

Elle s'appliquera d'une façon particulière à faire connaître à nos nationaux les contrées où se trouvent engagés des intérêts français :

1° Pays d'Europe au développement desquels la France a largement contribué et dont la destinée ne saurait être réglée sans son concours;

2° Possessions françaises d'outre-mer.

Elle se préoccupera aussi de faire visiter à bon nombre de nos compatriotes certaines colonies étrangères, anglaises et hollandaises, dont la bonne gestion et la mise en valeur sont des modèles à imiter.

Nous publierons prochainement le programme des voyages d'étude que la *Revue* organise pour la présente année.

La Direction.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Élection d'un Savant français à la Société des Sciences de Haarlem. — La Société des Sciences de Haarlem, qui, restée fidèle à ses illustres origines, tient à honneur de comprendre, avec les plus grands savants de la Hollande, les représentants les plus autorisés de la Science à l'Etranger, vient de s'associer notre éminent collaborateur M. Moissan, membre de l'Académie des Sciences de Paris et de la Société Royale de Londres.

§ 2. — Électricité

Le système de traction électrique sur les lignes de la Madeleine à Courbevoie, Neuilly et Levallois. — Le système de traction établi sur ces lignes a été, à la dernière séance de la Société internationale des Electriciens, l'objet d'une intéressante communication de M. J. Lanier. Nous empruntons à l'auteur les indications suivantes.

Les tramways portent des accumulateurs Tudor, qui sont chargés aux postes de repos à différence de potentiel constante. Des bornes de charge ont été installées aux extrémités des lignes. Ces bornes sont en communication par des feeders avec la station centrale établie sur le quai de Seine, à Puteaux. L'usine comprend trois chaudières Babcok et Wilcox de 1.800 kilogrammes de vapeur à l'heure, 3 machines Willans de 200 chevaux actionnant directement à 450 tours par minute 3 dynamos Brown de 200 ampères et 660 volts. Les voitures de 52 places renferment 200 accumulateurs Tudor d'un poids total de 3.600 kilogrammes. Le service est établi et fonctionne depuis deux mois. La charge est faite aux stations en 10 minutes environ. On a trouvé une consommation de 860 watts-heure par kilomètre-voiture, et une consommation de 2,6 kilogrammes de charbon.

Les Automobiles électriques. — A la même séance de la Société internationale des Electriciens, M. E. Hospitalier a fait une conférence sur les automobiles électriques. Il admet qu'un cheval peut produire 500 watts et 3 kilowatts-heure par jour. Etudiant les différentes parties des automobiles, il rappelle qu'en ce qui concerne les accumulateurs on n'obtenait en 1891 que 2 watts par kilo et 12 watts-heure par kilo; on peut arriver aujourd'hui à 10 watts par kilo et 20 watts-heure par kilo. Les moteurs électriques ont fait aussi de grands progrès et l'on atteint maintenant des rendements électriques de 80 % avec un poids de 15 à 20 kilos par kilowatt. Les automobiles électriques présentent de grands avantages au point de vue de la sécurité, de l'absence d'à-coups, des trépidations, de l'odeur, de la propreté, de la mise en marche et de la commande. Ils offrent l'inconvénient d'exiger la recharge, mais on peut s'arranger de manière à charger les batteries d'accumulateurs pendant la nuit sur un réseau de distribution. Passant ensuite en revue les voitures construites en 1881 par M. Trouvé, en 1882 par M. Ayrton, en 1887 et 1888 par M. Magnus Volk, en 1893 par M. Carli, par M. Bouchain d'Armentières, en 1894 par M. Jeantaud, en 1894 et 1895 par MM. Moris et Salope, en 1897 par MM. Krieger, Darracq, Riker, il conclut qu'actuellement il faut compter une dépense de 100 watts-heure par tonne-kilomètre. Le prix de revient est environ de 4 francs par jour pour la charge et 4 francs pour l'entretien et l'amortissement. Des fiacres électriques existeront bientôt dans Paris.

§ 3. — Chimie

Application de l'Acétylène à l'Analyse chimique. — Les *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft* nous apportent un nouveau procédé d'analyse chimique fondé sur l'emploi de l'acétylène au lieu du classique hydrogène sulfuré : M. H.-G. Söderbaum montre, en effet, dans un intéressant mémoire sur la question, que le cuivre est, par le gaz acétylène, précipité de la solution ammoniacale, et peut être, par ce procédé, séparé de métaux comme le zinc, que l'ammoniaque ne précipite pas. Le précipité obtenu offre sur le sulfure l'avantage, d'une part, de pouvoir être retenu sur place et lavé très rapidement, d'autre part, de mieux résister à l'oxydation qui réintroduirait le métal dans la solution.

Nouvel appareil pour la diagnose rapide du Potassium. — On sait combien il est difficile, en analyse spectrale *pratique*, c'est-à-dire faite dans les usines, de déceler, par les caractères de la flamme, les composés du potassium. Le prisme d'indigo, employé dans ce but, offre l'inconvénient de laisser passer, outre les raies rouges du potassium, les raies de même couleur que donnent les sels de lithium, strontium, calcium et baryum. Or, le *Patent Office* de Londres annonce que M. S. G. Newth, chimiste au *Royal College of Science* de *South Kensington*, vient de faire breveter un appareil de son invention qui absorbe les radiations rouges autres que celles du potassium. Nous décrirons l'instrument dès que nous en posséderons la description.

§ 4. — Géologie

Les nouvelles Cartes géologiques. — C'est surtout par la publication des cartes que progresse une des branches les plus importantes de la Géologie, la Géologie régionale; aussi nous semble-t-il utile de signaler ici les plus récentes.

Plusieurs Etats, chez lesquels il existe un Service géologique depuis un certain nombre d'années, n'ont pas encore commencé à publier des cartes géologiques à petite échelle sous la forme de feuilles établies d'une manière uniforme pour tout le pays. Jusqu'à ces dernières années, le *Geological Survey* des Etats-Unis était dans ce cas; il vient d'inaugurer, sous le titre de *Geological Atlas of the United States*, la publication d'une carte détaillée qui comprendra, étant donnée l'immense surface du pays, plusieurs milliers de feuilles. Douze feuilles portant la date 1894, mais mises en vente en Europe depuis peu seulement, ont paru; afin de donner une idée de l'œuvre future, on a choisi, pour la publication, des feuilles appartenant aux régions les plus diverses. Comme la complication de la structure géologique n'est pas la même dans les différentes parties du pays et comme l'intérêt que présentent les différentes régions au point de vue économique, est loin d'être partout comparable, la direction du *Survey* a choisi plusieurs échelles différentes : le 1/250.000, pour des régions simples et encore presque inhabitées, comme le Montana; le 1/125.000, pour des régions d'une complication moyenne, telles que la Californie et les Etats de l'Est; le 1/62.500 enfin, pour des régions offrant un intérêt géologique et minier tout particulier. Comme on le voit, le *Survey* a renoncé à l'échelle du mille au pouce (1/63.360), si fréquemment employée en Angleterre et en Amérique. Les feuilles au 1/250.000 correspondent exactement à un rectangle compris entre deux méridiens et deux parallèles; les feuilles au 1/125.000 ont les mêmes dimensions et correspondent par conséquent à un rectangle ayant 1/4 de degré de côté; celles au 1/62.500, à un rectangle de 1/16 de degré.

Tandis que, dans les autres pays, on s'est, en général, contenté de publier un tirage unique de chaque feuille avec les teintes géologiques et un texte explicatif, aux Etats-Unis on a voulu faire mieux : chaque feuille est représentée par toute une livraison, qui comprend cinq tirages différents de la même feuille, plus une feuille de texte explicatif et une feuille de coupes idéales (« columnar sections »). Comme le Service topographique fait partie intégrante du *Geological Survey*, on a placé en tête de la livraison une feuille topographique en trois teintes : le bistre pour les courbes de niveau figurant le relief, le bleu pour les cours d'eau (« drainage ») et le noir pour tout ce qui est l'œuvre de l'homme, villes, voies de communication, etc. Une seconde feuille (« areal geology ») est consacrée au figuré de l'extension des formations géologiques au moyen des teintes conventionnelles. Une troisième feuille (« economic geology ») porte en outre l'indication des industries extractives. Enfin, sur une quatrième feuille, on a figuré plusieurs coupes du terrain représenté; suivant un système très en vogue en Amérique, ces coupes sont placées sur la feuille géologique avec leur orientation réelle; elles sont rabattues le long de la ligne de profil sur le plan de la feuille, sur des bandes ménagées en blanc à cet effet.

Les six feuilles qui constituent chaque livraison sont placées dans une couverture, sur le verso de laquelle on a reproduit huit colonnes d'explications générales, avec figures signées du directeur, M. Powell, tandis que le texte explicatif relatif à chaque livraison est signé des auteurs de la carte. Ces explications donnent des renseignements d'une clarté et d'une précision remarquables sur la signification et l'utilité des cartes.

L'Autriche, quoique son Institut géologique (*k. k. geologische Reichsanstalt*) soit un des plus anciens et des mieux organisés, n'avait pas encore publié les cartes détaillées dont les minutes s'accumulent depuis des années dans les archives du Service. Un premier pas vient d'être fait : dix feuilles au 1/75.000, gravées et coloriées ont été mises en vente. Elles sont groupées en trois livraisons : la première, de six feuilles, est l'œuvre de Stur; elle comprend les environs de Vienne; un texte explicatif a été rédigé, après la mort de l'auteur, par MM. Paul et Bittner; la seconde ne comprend qu'une feuille, c'est la carte des environs d'Olmütz, par M. E. Tietze; la troisième est consacrée aux Karawankas orientales : elle comprend trois feuilles, qui sont l'œuvre de M. F. Teller. Plusieurs autres livraisons sont en préparation, mais, de même que les premières, elles ne constitueront que des essais, car l'édition définitive et uniforme pour tout le pays cisleithan ne commencera à paraître qu'à partir de 1899; il est à souhaiter que la gamme des couleurs, que choisira la direction, se rapproche, plus que dans l'édition provisoire, de la gamme conventionnelle adoptée par les congrès géologiques internationaux. Ainsi se trouveront enfin mis en valeur les beaux travaux qu'une pléiade de géologues remarquables exécute depuis bientôt un demi-siècle avec une ardeur qui mérite les plus grands éloges.

Ce n'est pas sans un sentiment de satisfaction pour notre amour-propre national que nous annonçons l'apparition prochaine des deux premières feuilles de la *Carte géologique détaillée de l'Algérie*, qui ont été présentées en épreuves par M. Ficheur au Congrès de Carthage. Plus heureuse que la Métropole, l'Algérie possède une carte topographique à courbes de niveau au 1/50.000, d'une fort belle exécution; c'est cette carte, en cours de publication, qui servira de base à la Carte géologique, au moins pour les régions du littoral, car pour les Hauts Plateaux on se contentera de faire des levés au 1/200.000. Les feuilles géologiques de Ménerville et de Palestro, que nous avons eues sous les yeux, sont d'un aspect très harmonieux et les particularités très curieuses que présente la région (située à l'est d'Alger) ressortent fort bien. Le Service de la Carte géologique d'Algérie a choisi la gamme des couleurs employée sur la Carte géologique détaillée de la France (au 1/80.000) en y introduisant quelques modifications heureuses; c'est à cette même carte qu'a été empruntée la notation des terrains. Nous aurions préféré voir appliquer à cette carte nouvelle les teintes et, surtout, les notations de la Carte géologique de la France au

1/320.000, qui sont bien mieux en harmonie avec l'état actuel de la science.

Devançant plusieurs Etats de la vieille Europe, le Japon a, depuis un certain nombre d'années, commencé la publication de cartes géologiques détaillées à l'échelle uniforme du 1/200.000, et tous les ans nous arrivent quelques feuilles nouvelles, de sorte que, dans un avenir prochain, les levés géologiques de tout l'Empire seront sous nos yeux. En même temps, le Service géologique du Japon a fait paire des levés provisoires au 1/400.000 et il a publié, à cette échelle, une carte générale de tout l'archipel, qui est déjà à sa deuxième édition. La légende de ces cartes est en japonais et en anglais.

Emile Haug,
Docteur ès sciences,
Chef des Travaux pratiques de Géologie à la Faculté des Sciences de Paris.

Découverte d'un Scombéroïde fossile. — M. Demenge nous signale la découverte, faite par M. A. Proost dans les marnes bruxelliennes de Maransart-lez-Placenadit (Belgique), de débris d'un Scombéroïde voisin du *Cybium Bleckeri*, mais formant une espèce nouvelle. Ces débris sont une demi-mâchoire gauche et une série de six vertèbres, indiquant un animal de 2m,55 de longueur.

§ 5. — Sciences médicales

Nouvelle application de la Radiographie à la Médecine. — En examinant à l'aide des rayons Röntgen, au niveau du genou, *avant la fin de la croissance*, le *cartilage de conjugaison du tibia et du fémur*, on constate qu'il se présente alors sous l'aspect d'une zone claire et transparente. Cette zone diminue à mesure que la croissance progresse et disparaît complètement quand le cartilage, infiltré de sels calcaires et ossifié, arrête définitivement la croissance. MM. Springer et Serbanesco ont recherché[1] quel est l'état de ce cartilage dans différents troubles de croissance attribuables à des causes diverses.

Le fait le plus remarquable est fourni par le *myxœdème*. Dans cette affection, la radiographie révèle que le cartilage de conjugaison persiste longtemps sans s'ossifier. Et, en effet, le traitement thyroïdien peut faire grandir, même à trente-quatre ans. Cette persistance de l'état infantile de certains organes concorde bien avec un fait récemment mis en lumière par le Dr H. Vaquez : la présence, chez les mêmes sujets, de globules rouges nucléés révélant la persistance du processus fœtal de l'hématopoïèse.

Dans la *syphilis héréditaire* l'arrêt de développement paraît dû à une tendance à l'ossification précoce, mais le cartilage persiste. Chez les enfants d'*alcooliques*, le cartilage est mince, irrégulier et s'ossifie prématurément. Par contre, dans la *tuberculose* héréditaire ou acquise, le cartilage persiste et son ossification paraît ralentie.

Un grand nombre de maladies produisent des altérations dans la disposition de ce cartilage et dans son mode d'ossification. La radiographie ajoute donc, comme le remarquent MM. Springer et Serbanesco, « à l'étude des troubles de la croissance un nouveau signe physique aisément appréciable et fort utile pour le diagnostic. Cette recherche pourra désormais guider le traitement, puisque, tant que le cartilage présente une zone transparente, on peut combattre les arrêts de croissance, tandis que, lorsque le cartilage est opaque, tout traitement dans le but de faire croître est inutile, la croissance étant définitivement arrêtée. »

§ 6. — Géographie et Colonisation

La question de Cheik-Saïd. — A propos de l'article que M. J. Machat a publié ici même sur Cheik-Saïd, considéré surtout comme poste stratégique et lieu de ravitaillement[1], M. Ed. Rabaud, de Marseille, nous adresse les intéressants renseignements que voici :

« Depuis quelques années le commerce des cafés d'Arabie à Cheik-Saïd a *augmenté*. Je tiens ce renseignement positif d'un des principaux négociants d'Aden, et, si vous le désirez, je puis vous en prouver l'exactitude en vous communiquant les statistiques officielles de la douane d'Aden.

« Je dois aussi vous faire observer que Cheik-Saïd peut devenir un très important établissement d'exploitation commerciale à cause de son excellente situation comme point d'embarquement de toutes les marchandises de cette partie de l'Arabie. Il est sous ce rapport mieux situé qu'Aden, et, il y a quelques années, quand le bruit se répandit que la France allait s'installer utilement à Cheik-Saïd, les principaux négociants d'Aden se préparaient à quitter Aden pour Cheik-Saïd, convaincus de la supériorité de ce dernier point. »

Les conserves de viandes destinées aux administrations de la Guerre et de la Marine. — Voici une question qui semble devoir intéresser d'une façon toute particulière l'élevage du bétail dans certaines de nos colonies :

L'alimentation des troupes de la Guerre et de la Marine exige chaque année l'emploi d'une grande quantité de conserves de viandes. La Guerre prévoit, pour ses besoins annuels, 847.200 kilos de ces conserves et la Marine en consomme en moyenne 850.000 kilos par an. En temps de paix, les conserves de viandes, étant d'un prix relativement élevé, ne sont consommées par l'administration de la Guerre que pour renouveler le stock, tandis que, dans la Marine, ces conserves sont d'un usage courant, chaque navire en cours de campagne emportant pour six mois de vivres à son bord.

Le stock d'approvisionnement pour la Guerre est de 2.000.000 de kilos environ, et celui de la Marine de 1.600.000.

Autrefois ces conserves provenaient surtout de l'Australie, et leur prix variait de 1 fr. 15 à 1 fr. 35 le kilo.

En 1895, les Chambres, désireuses de voir l'agriculture et l'industrie françaises participer à la préparation de ces conserves, votèrent des crédits pour en fabriquer une certaine quantité avec du bétail indigène, et, l'année suivante, une loi (11 juillet 1896) décidait que dorénavant les conserves destinées à la Guerre et à la Marine seraient de provenance française ou proviendraient des colonies ou des protectorats français. Les 2.000.000 de kilos, nécessaires à la Guerre, devaient comprendre, par exemple, 800.000 kilos de viandes françaises et 1.200.000 kilos de viandes des colonies ou protectorats français.

L'administration de la Guerre, se conformant aux décisions des Chambres, avait fait, dès 1895, des adjudications de conserves de viandes françaises. Le 27 juin 1895 une adjudication de 5.250 quintaux de conserves de viandes fabriquées en France avec du bétail indigène, n'a pu donner des résultats immédiats, le prix minimum, fixé par le ministre, étant inférieur à celui indiqué par les soumissionnaires. Cette adjudication a été recommencée deux ou trois fois et il n'a été adjugé qu'une faible partie de ce qui était demandé.

En octobre 1896, il y a eu une nouvelle adjudication pour les conserves françaises : elle n'a donné aussi que des résultats insignifiants et a été recommencée le 12 novembre. L'adjudication a été faite, cette fois, au prix de 2 fr. 80 le kilo.

Une adjudication de 12.000 quintaux de viandes de conserves des colonies a été également faite et 6.000 quintaux seulement ont été adjugés au prix de 2 francs.

Quant à la Marine, elle avait des marchés, pour son approvisionnement en conserves de viandes, qui ne prenaient fin qu'en décembre 1896. Ces marchés terminés, elle pourra s'approvisionner de conserves fran-

[1] Académie des Sciences du 17 Mai 1897.

[1] *Revue générale des Sciences* du 15 Avril 1897.

çaises, soit en procédant par adjudications, soit en fabriquant elle-même, comme elle l'a déjà fait autrefois dans son usine parfaitement installée à Rochefort.

Les divers modes de préparation des conserves de viandes ont été essayés à l'usine de Billancourt, appartenant à l'administration de la Guerre; ces essais ont servi de base à l'établissement du cahier des charges.

Voici les principales indications de ce cahier :

Les conserves doivent être faites suivant le procédé Appert et stérilisées à l'autoclave. La viande peut être de bœuf ou de vache — cette dernière dans la proportion d'un tiers au plus. Les animaux doivent être adultes, sains, bien en chair et convenablement gras. L'emploi des viandes congelées est interdit. La viande doit être parfaitement fraîche au moment de sa préparation, désossée, suffisamment dégraissée, parée et coupée en gros morceaux avant son blanchiment; elle doit être ensuite cuite à point pour pouvoir être mangée froide.

Les conserves ne doivent contenir ni sel ni légumes, elles doivent renfermer au maximum 20 % de bouillon ou jus et de graisse. L'emploi d'acide salicylique est formellement interdit. Le bouillon et la graisse doivent provenir exclusivement de la viande qui a servi à faire les conserves. Le bouillon ne doit se liquéfier qu'à une température supérieure à 15°.

Le fournisseur est responsable pendant deux ans de la conservation des boîtes.

Les modes de fabrication des conserves de viandes, qui ont été essayés par la Guerre dans son usine de Billancourt, sont principalement les trois suivants :

1° *Procédé Appert primitif*, consistant à mettre la viande fraîche dans la boîte, fermer celle-ci, puis la stériliser. Le bouillon de cette conserve était du jus de viande pur, mais il était trop étendu. La conserve était bonne, mais la viande, ayant beaucoup diminué par la cuisson, ne remplissait pas assez la boîte.

2° *Procédé ordinaire*, qui se pratique de la manière suivante: La viande, étant désossée, dégraissée et séparée des tendons, est coupée en morceaux de 500 à 800 grammes, puis soumise au blanchiment. Pour cela, on la place dans un panier en tôle perforée, que l'on plonge dans une chaudière contenant un poids d'eau égal à celui de la viande. On fait cuire pendant une heure. On retire la viande et on fait cuire successivement, dans le même bouillon, deux autres charges de viande; la deuxième cuisson dure 1 heure 1/4 et la troisième 1 heure 1/2. On a donc trois parties de viande cuite et une partie de bouillon, contenant le jus de ces trois parties de viande. On concentre le bouillon au bain-marie ou dans des chaudières à double fond chauffées à la vapeur. On place dans les boîtes 800 grammes de viande cuite et 200 grammes du bouillon concentré; on ferme les boîtes et on les stérilise à 115-118° pendant 1 heure 1/4.

3° *Procédé Montupet*, qui consiste à cuire la viande dans la vapeur saturée. La viande désossée et dégraissée, est placée sur des claies, que l'on met dans le panier d'un autoclave. Au-dessous du panier, on dispose une cuvette destinée à recevoir le jus qui s'échappe de la viande pendant la cuisson. On met une petite quantité d'eau au fond de l'autoclave, on y introduit le panier rempli de viande, on ferme l'autoclave et on chauffe à 115-118°. On obtient ainsi la viande cuite et du jus déjà très concentré, qu'il suffit de réduire à 30 % de son volume par chauffage dans un vide partiel. Les boîtes remplies de viande et de jus sont fermées et stérilisées comme dans le procédé précédent.

L'emploi de ce dernier procédé a donné des résultats excellents tant au point de vue économique qu'à celui de la qualité des conserves. C'est celui qui semble être le plus avantageux à adopter dans une installation destinée à préparer une assez grande quantité de conserves.

Il est assez difficile de se rendre compte des avantages que présentera la modification apportée dans l'approvisionnement en conserves de viandes de la Guerre et de la Marine. Cette modification nécessite tout d'abord un sacrifice pécuniaire assez considérable, puisque l'écart entre le prix des conserves australiennes et celui des conserves indigènes est considérable, ces dernières coûtant plus du double. Ce sacrifice sera-t-il compensé par la supériorité de qualité des conserves indigènes et par l'impulsion donnée à une industrie française ? Ce sont là deux questions qu'il est bien difficile de trancher actuellement.

La qualité des viandes australiennes était excellente, mais il ne paraît pas douteux que les conserves fabriquées en France avec du bétail indigène et par des procédés perfectionnés seront meilleures encore.

Au point de vue de l'impulsion donnée à la fabrication des conserves françaises, on a vu le peu de succès qu'ont eu les adjudications faites en 1895 et 1896. Sans doute, les fabricants français répondront mieux, dans l'avenir, à l'appel que leur fait l'administration de la Guerre, mais, il ne faut, en tous cas, pas oublier que nous ne sommes pas un pays ayant une surproduction de viande, et que cet aliment y est, au contraire, en déficit. Certaines de nos colonies, au contraire, pourront trouver dans l'élève du bétail destiné aux conserves de l'Armée et de la Marine une nouvelle source de richesse.

X. Rocques,
Ingénieur-Chimiste,
Ex-Chimiste principal du Laboratoire Municipal

Etudes coloniales mises au concours. — L'Exposition internationale de Bruxelles met au concours l'étude de plusieurs questions scientifiques intéressant les colonies :

1° Aide-mémoire à l'usage des Européens se rendant au Congo. Manuel du voyageur et du résident au Congo. Prime : 3.500 francs;

2° Guide médical, rédigé au point de vue des connaissances des gens du monde, à l'usage des voyageurs dans les contrées équatoriales non civilisées. Prime : 2.000 francs;

3° Petits manuels relatifs au Congo et destinés les uns à l'enseignement primaire, les autres à l'enseignement moyen et supérieur; — Exposé de géographie commerciale faisant connaître aux industriels et aux commerçants les produits d'importation et d'exportation. Prime : 1.000 francs;

4° Etude pratique sur la construction des bâtiments d'habitation dans les pays chauds (avec plans de construction à charpente métallique et à remplissage en matériaux du pays où a lieu l'emploi). Prime : 1.500 fr.

§ 7. — Congrès

Association française pour l'avancement des Sciences. — Le prochain congrès de l'*Association française* se réunira à Saint-Etienne le 5 août prochain.

Plusieurs présidents de Section ont déjà indiqué les sujets spécialement portés à l'ordre du jour et qui seront, en raison de leur intérêt d'actualité, l'objet de discussions approfondies. En Physique, le président, M. Ch. André, directeur de l'Observatoire de Lyon, appelle tout particulièrement l'attention sur l'*Electricité atmosphérique*. Dans la Section de Zoologie, Anatomie et Physiologie, les questions signalées comme devant donner lieu à d'utiles débats sont : 1° l'application des *rayons X* aux sciences de la vie et la production de tels rayons par les êtres vivants ; 2° les *maladies des animaux d'eau douce*; 3° l'*introduction de bêtes de somme à Madagascar* ; 4° l'étude anatomique et physiologique des *neurones*. En Agronomie, la discussion portera principalement sur l'*élevage du cheval en face des progrès de la traction mécanique sur route et de l'automobilisme*.

L'HISTOPATHOLOGIE DE LA CELLULE NERVEUSE

Quand on se reporte à la structure de la cellule nerveuse, telle qu'elle était admise il y a quinze ans, et qu'on la compare à celle qui résulte des recherches les plus récentes, on s'aperçoit aisément des grands progrès accomplis dans cet intervalle. A quoi doit-on attribuer cette véritable révolution sur la notion de la texture intime de l'élément fondamental du système nerveux ? C'est, comme dans toute autre branche de la science, à la création de nouvelles méthodes. Quelles sont ces méthodes? Il y en a deux surtout qui méritent d'être prises en considération : l'une, la méthode de Golgi, consistant dans l'imprégnation métallique des centres nerveux durcis dans le bichromate de potasse ; l'autre, la méthode de Flemming et de Nissl, d'après laquelle on fixe les pièces par le sublimé, l'alcool ou le formol, puis l'on colore ensuite à l'hématoxyline et aux couleurs d'aniline telles que le bleu de méthylène, etc. La méthode de Golgi permet d'étudier la configuration externe des éléments nerveux, le trajet des fibres nerveuses. C'est une méthode topographique qui met en évidence la silhouette de la cellule nerveuse, mais non un procédé d'investigation pour le protoplasma. La seconde nous fait connaître l'intimité de la cellule, la structure fine du protoplasma où se déroulent les phénomènes de la vie. La méthode de Golgi a changé de fond en comble nos connaissances sur l'histologie normale du système nerveux ; celle de Flemming et de Nissl a ouvert une ère nouvelle à la pathologie de la cellule nerveuse. C'est des résultats dus à cette dernière méthode que nous allons nous occuper.

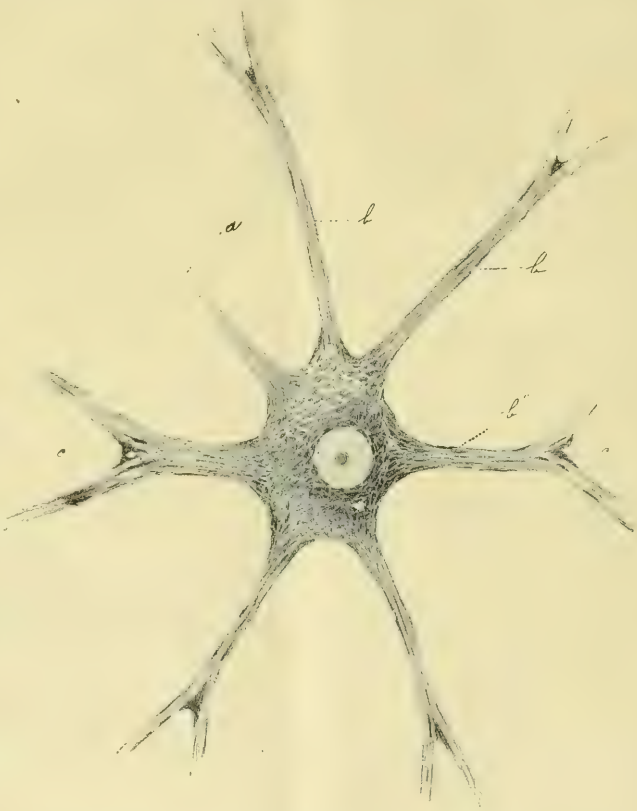


Fig. 1. — *Cellule motrice de la corne antérieure de la moelle chez l'homme, préparée d'après la méthode de Nissl (faible grossissement).* — *a*, cylindre-axe, uniforme et sans substance chromatique; *b*, *b*, *b*, prolongements protoplasmiques contenant des éléments chromatophiles en forme de filaments; *c*, *c*, gros éléments chromatophiles de forme triangulaire, au point de bifurcation des prolongements protoplasmiques. Tous ces prolongements ont un aspect légèrement strié.

I. — Travaux sur la structure interne de la cellule nerveuse et ses lésions de réaction.

Nous allons esquisser à grands traits les étapes par lesquelles a passé cette question. Ce qui a frappé les premiers observateurs, Flemming, Nissl, Benda, etc., dans la structure de la cellule nerveure, c'est la découverte d'un nouvel élément jusqu'alors méconnu dans le protoplasma de la cellule : l'élément *chromatophile*, ainsi nommé parce qu'il se colore fortement par les couleurs basi-

ques d'aniline. Ces éléments sont disposés concentriquement autour du noyau et affectent la forme polygonale (fig. 1). A mesure qu'on s'éloigne du centre, ils deviennent plus allongés, et, dans les prolongements protoplasmatiques, ils prennent un aspect fusiforme, leur grand axe étant parallèle à celui de ces prolongements. Le cylindre-axe n'en possède pas. Ces éléments chromatophiles donnent aux cellules de la corne antérieure de la moelle un aspect tacheté comme la peau de tigre; examinés à un très fort grossissement, ils apparaissent composés de granulations élémentaires agglutinées entre elles par une substance pâle achromatique.

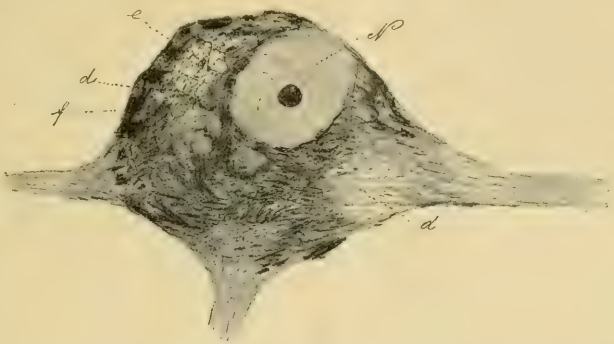


Fig. 2. — *Cellule du noyau de l'hypoglosse chez le chien, treize jours après la section du nerf.* — *N*, noyau dans une situation excentrique. Dissolution partielle des éléments chromatophiles au niveau de la couche périnucléaire (*d d*); *e*, la dissolution incomplète des éléments chromatophiles permet de voir un réseau; *f*, éléments chromatophiles normaux. (Oculaire 4 à immersion, de Reichert.)

Le cylindre-axe *a* (fig. 1) se dégage de la cellule par une dilatation en cône évasé. Toute cette région est aussi très pâle parce qu'elle ne contient pas de substance chromatique. Au milieu de la cellule, on voit le noyau et son nucléole.

Dans une première phase des recherches sur cette structure interne (Nissl, Lenkossek, Marinesco, etc.), la substance fondamentale ou achromatique de la cellule fut considérée comme une substance amorphe. A cette époque, on s'occupa surtout de la morphologie des éléments chromatophiles et de ses altérations dans les divers états pathologiques. La grande découverte qui a été faite dans cette première période est due à Nissl, qui a montré que la section d'un nerf moteur ou sensitif amène une désintégration des éléments chromatophiles, processus que j'ai désigné sous le nom de *chromatolyse*. Mes recherches personnelles, celles de Ballet et Dutil, de Lugaro, de van Gehuchten, etc., ont confirmé cette donnée fondamentale de la pathologie nerveuse : je dis *fondamentale* parce qu'on avait admis depuis Waller que le bout central d'un nerf sectionné et *son centre d'origine restent intacts*. Or, la méthode de Nissl a montré d'une manière certaine que cette proposition est inexacte.

Les lésions que détermine la section d'un nerf sensitif ou moteur sont très faciles à constater. Il suffit de couper le nerf hypoglosse, chez le chien par exemple, et attendre 10 à 15 jours, sacrifier ensuite l'animal, fixer son bulbe dans l'alcool, le formol, le sublimé, et traiter par la méthode de Nissl.

Sans entrer dans la description détaillée de ces lésions, nous ferons remarquer que la première altération observée, après la section d'un nerf, est la désintégration ou, comme je l'ai appelée, la chromatolyse des corpuscules chromatiques (fig. 2).

Fig. 3. — *Cellule du ganglion plexiforme du chien, montrant des lésions très nettes dues à la section du nerf pneumogastrique.* — Le noyau est situé à la périphérie. La partie centrale de la cellule, privée des éléments chromatophiles, présente un aspect uniforme.

Cette lésion commence tout près du cylindre-axe. La chromatolyse peut gagner tout le corps de la cellule nerveuse, mais, une chose essentielle à noter, c'est que le noyau qui, à l'état normal, occupe le centre de la cellule, émigre à ce moment vers la périphérie (fig. 2 et 3). Cette émigration du noyau est-elle un phénomène actif ou s'agit-il d'un déplacement passif? Il est difficile de trancher cette question.

Quand la plus grande partie de la substance chromatique est ainsi désintégrée, le centre de la cellule présente un fond plus ou moins uniforme dans lequel sont disséminées de fines granulations (fig. 3).

Cette désintégration de la substance chromatique permet quelquefois d'entrevoir dans le cytoplasma

un réseau trabéculaire, qui n'est autre chose que la substance achromatique organisée (fig. 2), c'est-à-dire celle qui se continue directement avec les fibrilles du cylindre-axe.

J'ai soutenu, — et, depuis, plusieurs auteurs ont confirmé cette opinion, — que la désintégration des éléments chromatophiles ne retentit pas sur la structure du cylindre-axe et des nerfs périphériques. Pour que celui-ci soit atteint, il faut une altération de la substance achromatique, éventualité qui se présente dans les cas de lésions primitives de la cellule nerveuse, lésions que nous étudierons plus loin. Cette constatation anatomique a eu une autre conséquence : celle de prouver que la cellule nerveuse constitue une unité, un *neurone* dont l'intégrité dépend de l'intégrité de toutes ses parties constituantes : corps cellulaire, cylindre-axe, prolongements protoplasmatiques. J'ai montré l'application importante qu'on pouvait faire à la Pathologie nerveuse de cette donnée expérimentale. En effet, les névrites qui déterminent la destruction du nerf réalisent en somme une section nerveuse. Par conséquent, il n'existe pas de névrites sans réaction des cellules des nerfs atteints. J'ai montré aussi l'exclusivisme de ceux qui ont voulu faire des névrites une lésion purement périphérique. Mais ces lésions centrales sont consécutives à la dégénérescence des nerfs.

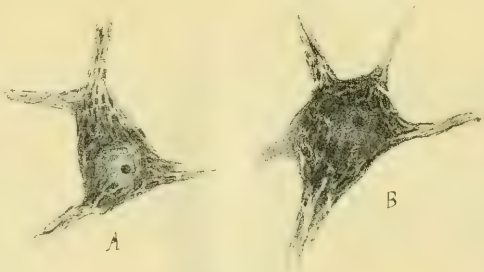


Fig. 4. — A, *cellule normale du noyau de l'hypoglosse gauche.* — B, *cellule du noyau de l'hypoglosse droit, 90 jours après la section du nerf.* — L'aspect de ces deux cellules offre un contraste saisissant. La cellule A est de volume normal; la cellule B est hypertrophiée, volumineuse et fortement colorée, ses éléments chromatophiles ont des dimensions supérieures à ceux de la cellule A; ils sont plus rapprochés.

Les modifications de réaction à distance que je viens de décrire peuvent, dans une deuxième phase, rétrocéder, et la cellule récupère un aspect normal; cette deuxième phase est la *phase de réparation.* Pour connaître exactement ce qui se passe dans la cellule nerveuse pendant la phase de réparation, il faut laisser les animaux vivre pendant un, deux, trois ou quatre mois. On voit bien alors que la cellule, avant de revenir à son aspect normal, présente une hypertrophie considérable, qui s'accroît jusqu'à 90 jours après la section, et qui intéresse à la fois le volume général de la cellule et celui des éléments chromatophiles. Ceux-ci acquièrent de grandes dimensions, se colorent d'une manière plus foncée; ainsi la cellule présente, d'une part, une augmentation de volume et, d'autre part, une coloration plus intense (B, fig. 4).

II. — Relation entre l'organisation interne de la cellule nerveuse et ses modalités fonctionnelles.

Je passe maintenant à l'interprétation des phénomènes constatés dans ces expériences. Nous avons vu, en effet, que, pendant la phase de réaction, les éléments chromatophiles sont à l'état de désintégration et la cellule nerveuse présente un aspect pâle ou granuleux. Par contre, dans la phase de réparation, les éléments chromatophiles sont hypertrophiés, très denses, et se colorent d'une manière intense. Le corps de la cellule lui-même est hypertrophié.

Je vais essayer d'expliquer ces modifications destructrices en faisant appel à la Physiologie générale, et particulièrement à l'opinion de Claude Bernard, opinion qu'il a émise dans ses Leçons sur les phénomènes de la vie. L'illustre physiologiste admet, dans l'être vivant, deux ordres de phénomènes :

1° Les phénomènes de désorganisation ou de destruction organiques, qui correspondent aux phénomènes fonctionnels de l'être vivant. Quand un organe fonctionne, tel que les nerfs, la moelle, le cerveau, les muscles, les glandes, etc., la substance de cet organe se consume; cette destruction est un phénomène physico-chimique, le plus souvent le résultat d'une combustion, d'une fermentation, etc. Les manifestations fonctionnelles par lesquelles se traduisent ces phénomènes sont très accidentées, telles que contraction musculaire, sécrétion, etc.;

2° Les phénomènes de création organique ou d'organisation, qui s'accomplissent dans les organes *au repos* et les régénèrent. La synthèse assimilatrice rassemble les matériaux et crée les réserves que le fonctionnement doit dépenser. C'est un travail intérieur, silencieux, sans expression phénoménale évidente. Les deux opérations de destruction et de rénovation, inverses l'une de l'autre, sont absolument connexes et inséparables en ce sens que la destruction est la condition nécessaire de la rénovation. C'est-à-dire que les phénomènes plastiques ou de synthèse sont subordonnés aux phénomènes fonctionnels ou de destruction.

Malgré les objections très graves qu'on a faites à la manière de voir de Claude Bernard, nous verrons que la conception du grand physiologiste est confirmée par nos expériences. En effet, pendant le processus de réparation, la fonction essentielle du neurone-moteur, — à savoir, production d'énergie dans la cellule nerveuse et conduction de cette énergie par des prolongements nerveux, — est abolie. A ce point de vue, on doit admettre que la cellule nerveuse se trouve à l'état de repos fonctionnel. Mais dans le corps cellulaire et probablement dans le noyau, il existe une activité d'un autre ordre, activité plastique, activité de synthèse organisatrice qui a pour but la régénérescence du nerf dégénéré. La cellule, dans ces conditions, est le siège d'un processus actif de nutrition; elle rassemble les matériaux, les assimile et les utilise en fin de compte pour réparer les modifications morphologiques du neurone produites par la section nerveuse. Il s'agit d'une activité continue, prolongée, essentiellement plastique, qui est toute différente de celle produite par la stimulation des neurones soit à l'état normal ou à l'aide des excitants artificiels. Il y a donc lieu, à mon avis, de distinguer, dans la vie du neurone, deux espèces d'activité : une activité plastique, tangible au microscope, facile à constater par tout le monde; et une activité de désintégration organique, activité fonctionnelle dont le substratum anatomique nous est beaucoup moins connu. Il se passe, dans ce dernier cas, des phénomènes d'oxydation, de dédoublement, grâce auxquels la cellule peut dégager son travail spécifique. Ce processus de désintégration est suivi, peut-être même accompagné, des phénomènes de réintégration qui réparent les pertes produites. Ces deux processus sont communs et indissolubles à l'état normal, mais leur intensité varie suivant les propriétés biologiques de l'organisme où elles s'effectuent.

III. — La substance achromatique et ses altérations.

Nous avons envisagé jusqu'ici la substance achromatique comme étant constituée par une matière amorphe ; mais les recherches toutes récentes de Flemming, Becker, Lévi, Lugaro et les miennes ont montré que cette substance est composée d'une partie organisée, dont nous allons étudier la texture, et d'autre part d'une substance fondamentale.

La substance achromatique, dont la véritable nature a donné lieu dans ces derniers temps à de nombreuses discussions, affecte une disposition variable dans les prolongements et le corps de la cellule. Même dans les pièces traitées par la méthode de Nissl, on peut voir une vague striation, qui est assez évidente dans les grandes cellules de la substance réticulée du bulbe; mais, pour voir d'une façon indubitable que cette striation dépend en réalité de l'existence de vraies fibrilles dans ses prolongements, il faut faire usage de l'hématoxyline diluée.

Sur la figure 5 cet aspect est des plus nets : les fibrilles du prolongement nerveux (A), en traversant le collet de la cellule, se présentent sous l'aspect de faisceaux rayonnants, et leurs fibrilles se dirigent en partie vers la périphérie et se perdent dans le réseau (R) du protoplasma cellulaire, à la formation duquel ses fibrilles prennent part par les ramifications collatérales qu'elles donnent. Les travées du réseau achromatique s'insèrent d'une part à la périphérie de la cellule, d'autre part au centre sur la paroi du noyau.

Aux points d'intersection des travées du réseau, il existe des renflements chromatiques (c) minuscules qui, sur les coupes obliques de la cellule, font partie intégrante des filaments achromatiques. Il résulte de cette courte description que dans les mailles du réseau viennent se mouler les éléments chromatophiles, et que c'est de la texture du réseau que dépend la forme de ces éléments.

Quel est le rapport des fibrilles du cylindre-axe et des prolongements protoplasmatiques avec le réseau achromatique ? L'étude attentive d'un grand nombre de coupes montre jusqu'à l'évidence qu'on doit admettre une continuité anatomique entre les fibrilles de ces prolongements et les travées du réseau de la cellule.

Cette continuité a une grande importance au point de vue des rapports qui existent entre les lésions des prolongements et ceux de la cellule, ce qui confirme l'opinion que j'ai émise le premier, à savoir que les lésions de *la substance achromatique* entraînent la *dégénérescence des prolongements périphériques* parce que les fibrilles de ceux-ci ne sont autre chose que la continuation du réticulum intracellulaire.

IV. — Lésions de la cellule nerveuse dues a l'action directe des poisons.

Les modifications des cellules nerveuses que nous venons de passer en revue sont *secondaires*, c'est-à-dire qu'elles suivent la section des nerfs périphériques. Nous arrivons à présent à la description des lésions primitives des centres nerveux, c'est-à-dire aux lésions dues à l'action directe d'un poison sur la cellule nerveuse. Etant donné le champ très étendu des lésions primitives, je me bornerai à l'étude des lésions produites par l'intoxication arsenicale, la rage, l'anémie expérimentale, le botulisme, le tétanos, affections dont je me

suis occupé plus particulièrement depuis quelque temps.

Pour être conforme aux recherches toutes récentes de Nissl, qui a établi que le même poison exerce une action variable sur les diverses espèces de cellules nerveuses, j'aurai en vue, dans cette description, des lésions des cellules des ganglions spinaux et des grandes cellules motrices de la corne antérieure.

§ 1. — Lésions consécutives à l'intoxication arsenicale.

On peut, par l'injection d'une quantité minime d'arséniate de potasse, déterminer chez le chien une intoxication arsenicale dont les lésions histologiques présentent beaucoup d'intérêt. Nous avons étudié ces lésions surtout dans la moelle épinière et les ganglions spinaux ; ces derniers présentent, dans un grand nombre de cellules, une chromatolyse périphérique (fig. 5) laissant presque intacts les éléments chromatophiles centraux. La désintégration de ces éléments met en relief, de la manière la plus nette, la fréquence d'un réseau dans le cytoplasma (R). On voit qu'au point d'intersection des travées du réseau, existent des petits points chromatiques (c). Je reviendrai plus loin sur la signification morphologique de ce réseau. Dans quelques cellules se voit, autour du noyau, une sorte de zone plus claire, privée d'éléments chromatophiles et que j'appellerai zone claire-périnucléaire. La désintégration plus complète des éléments chromatophiles donne à la cellule un aspect très particulier et nous fait connaître la vraie nature de la substance achromatique organisée ; elle nous montre, d'autre part, que la densité des mailles du réseau n'est pas la même pour toutes les cellules.

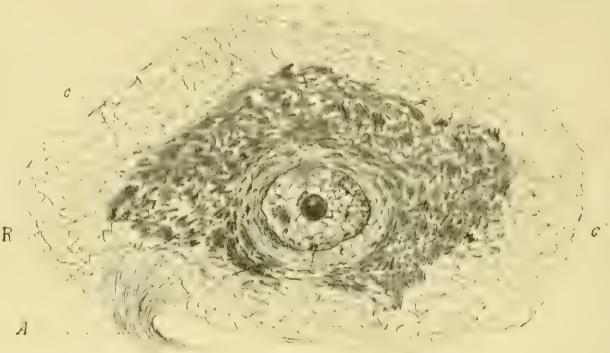


Fig. 5. — *Cellule du ganglion spinal du chien intoxiqué par l'arséniate de potasse.* — A, cylindre-axe constitué par des fibrilles, lesquelles rayonnent dans le protoplasma cellulaire et prennent part à la constitution du réseau ; *c*, *c'*, points nodaux chromatiques situés sur le trajet des trabécules du réseau.

Plus rarement, on voit des cellules d'aspect uniforme, sans trace de structure organisée ; le cytoplasma a l'aspect homogène, c'est à peine si on y reconnaît une vague striation et des granulations chromatiques très pâles.

Dans les cellules de la corne antérieure, la chromatolyse se présente plutôt sous forme diffuse, et, dans quelques cas, on peut y distinguer un réseau nucléaire.

Ces lésions ressemblent beaucoup à celles que vient de décrire Lugaro et que j'ai eu l'occasion de constater sur des préparations que cet auteur a bien voulu m'envoyer.

§ 2. — Lésions dues au virus rabique.

La rage expérimentale comporte des lésions fort intenses, lésions qui nous rendent bien compte du phénomène principal de la maladie, c'est-à-dire de la paralysie. Ces lésions, tout à fait caractéristiques, existent dans le système nerveux central des animaux qui ont vécu douze à quinze jours ; elles se présentent, dans la plupart des cellules, sous la forme d'une chromatolyse périphérique plus ou moins intense. Dans certaines cellules, celle-ci est plus accentuée, mais dans d'autres elle va jusqu'à la désintégration complète des éléments chromatophiles, quelques-uns restant intacts autour du noyau (fig. 6). Ces derniers se colorent plus fortement et sont modifiés dans leur forme et leurs dimensions ; le noyau ne semble pas encore atteint. Deux autres formes de chromato-

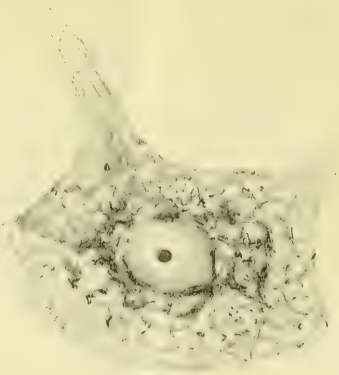


Fig. 6. — *Cellule de la corne antérieure de la moelle du lapin inoculé avec du virus rabique.* — On voit de la manière la plus nette le réseau achromatique mis à nu par la désintégration des éléments chromatophiles.

lyse, qu'on voit plus rarement, sont la chromatolyse généralisée et celle que j'appellerai concentrique ; cette dernière est plus rare.

La désintégration et la disparition des corpuscules chromatiques à la périphérie de la cellule, mettent en évidence l'existence d'un réseau à mailles plus ou moins larges, avec renflements colorés aux points d'intersection. Nous avons montré précédemment quelle est la signification de ce réseau ; il constitue la trame de la cellule. Il arrive quelquefois que, ce réseau étant en partie détruit, il en résulte à l'intérieur de la cellule l'apparition de vides ou de vacuoles.

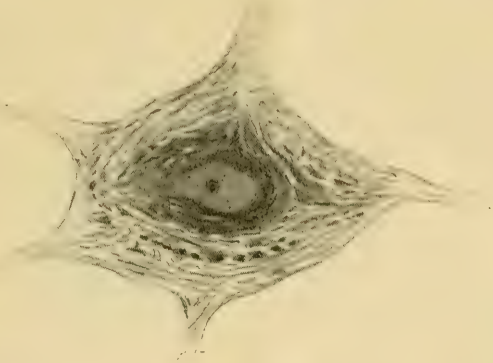


Fig. 7. — *Cellule motrice de la corne antérieure de la région lombaire (chien, intoxication par l'alcool).* — Au centre de la cellule et autour du noyau, on voit que les éléments chromatophiles sont denses et fortement colorés. En dehors de cette zone, on distingue une couche plus pâle, composée d'éléments chromatophiles raréfiés, amincis, et même faisant défaut en certains points où l'on voit un réseau de travées achromatiques. L'ensemble de ces lésions constitue la chromatolyse périphérique.

§ 3. — **Lésions résultant de l'ingestion et de l'injection d'alcool.**

Il est important de savoir comment les cellules nerveuses se comportent quand on administre aux animaux par la voie veineuse ou digestive des quantités massives d'alcool. J'ai injecté à un chien pesant 7 kil. 1/2, une quantité totale de 160 grammes d'alcool en 12 jours, la dose quotidienne variant entre 15 à 25 grammes.

Après chaque injection, l'animal tombait dans un état de somnolence, et, au réveil, présentait les phénomènes de l'ivresse, parmi lesquels la démarche dite titubante tenait la première place. Dans le système nerveux central, la corne antérieure de la moelle et le cervelet, j'ai trouvé des lésions très nettes, consistant dans la désintégration périphérique des éléments chromatophiles et dans leur diminution de volume ; quelquefois j'ai vu ces corpuscules perdre leur faculté de coloration (fig. 7).

Dans le cervelet les lésions étaient beaucoup plus intenses, et l'on voit de suite l'intérêt pratique de cette constatation : elle démontre que l'alcool, à un degré faible de concentration, détermine dans le système nerveux central des lésions extrêmement nettes qu'on peut reconnaître au microscope.

Je serais très disposé à admettre que des lésions semblables doivent exister chez l'homme à l'état d'ivresse; ainsi cet état pathologique s'accompagnerait de lésions matérielles très déterminées.

§ 4. — **Lésions déterminées par le botulisme.**

Parmi les intoxications qui atteignent le système nerveux central, il en existe une que nous devons mentionner : c'est celle que produit le botulisme.

On entend par ce mot l'ensemble des accidents morbides observés à la suite de l'ingestion de jambon, saucisses ou de viandes *avariés;* des cas ont été observés l'année dernière en Belgique où le professeur van Ermengem a eu l'occasion d'étudier une épidémie de ce genre. Il a trouvé la cause de ces accidents graves suivis même de mort rapide dans la présence d'un microbe anaérobie dans le jambon consommé par les sujets malades, microbe qu'il a désigné sous le nom de *Bacillus botulinus*.

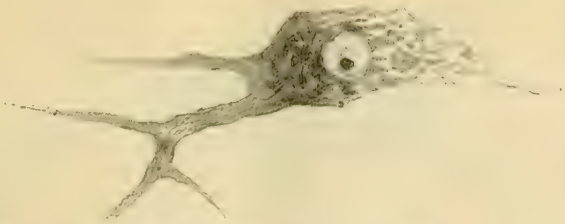


Fig. 8 — *Cellule du noyau de l'hypoglosse chez un chat inoculé avec la toxine du Bacillus botulinus.* — La moitié droite et la moitié gauche de la cellule nerveuse forment un contraste par leur différence de coloration. La moitié droite de la cellule est claire, la moitié gauche est très foncée. Les prolongements protoplasmatiques à droite sont normaux, à gauche sont tuméfiés et fortement colorés.

L'injection de ce microbe ou de ses toxines

détermine chez les animaux les mêmes accidents nerveux graves que chez l'homme.

L'examen du système nerveux central des animaux qui ont succombé à la suite de l'inoculation de ce microbe m'a montré des lésions très intéressantes dans la moelle, le bulbe, la protubérance, etc., etc.

Ces lésions consistent dans une désintégration, autrement dit dans la chromatolyse périphérique des corpuscules chromatiques. En outre, j'ai vu, dans certaines cellules des noyaux bulbaires (hypoglosse pneumogastrique, etc., etc.), que la lésion débute plus particulièrement par les prolongements protoplasmatiques (fig. 8). Ceux-ci sont tuméfiés, leur substance, privée des éléments chromatophiles, se colore vivement par les couleurs d'aniline et présente un aspect légèrement granuleux.

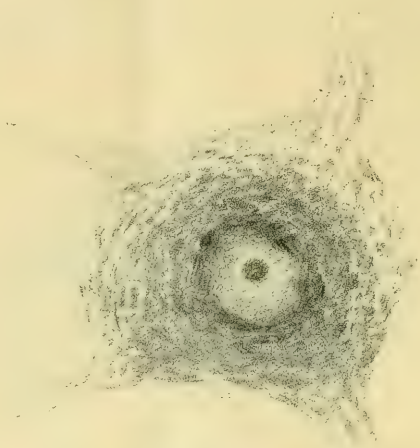


Fig. 9. — *Cellule de la corne antérieure d'un lapin auquel on a pratiqué la ligature de l'aorte abdominale.* — L'animal a vécu huit heures et demie. Chromatolyse périphérique avec pâleur des différentes couches des éléments chromatophiles.

§ 5. — **Lésions produites par l'anémie expérimentale.**

Quelles lésions détermine dans les centres nerveux l'anémie ou la suppression de l'irrigation sanguine normale ? Une expérience récente qui consiste dans la ligature de l'aorte abdominale va nous permettre de répondre à cette question. Six à huit heures après la ligature, on constate dans la moelle épinière les lésions suivantes. Tout d'abord, comme dans beaucoup d'autres lésions primitives des centres nerveux, on observe une chromatolyse périphérique (fig. 9), c'est-à-dire qu'il y a une désintégration des éléments chromatophiles situés à la périphérie de la cellule nerveuse.

Dans un stade plus tardif, la coagulation du protoplasma cellulaire fait apparaître dans celui-ci un réseau brillant, très coloré par le bleu de méthylène.

Enfin, certaines cellules présentent une lésion très grave qui consiste dans la destruction de la substance achromatique; cette lésion, comme je l'ai montré, est irréparable : elle entraîne à sa suite la mort de la cellule et de ses prolongements.

§ 6. — **Lésions dues au virus tétanique.**

J'arrive maintenant aux altérations produites par la toxine tétanique. Sur un certain nombre de cellules de la corne antérieure, on voit une lésion tout à fait caractéristique. La cellule nerveuse est, pour ainsi dire, constituée par deux régions qui diffèrent complètement au point de vue de leurs propriétés physico-chimiques.

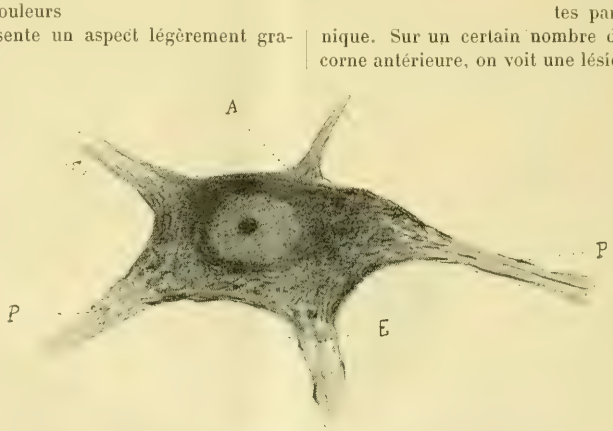


Fig. 10. — *Cellule motrice de la corne antérieure de la moelle lombaire d'un cobaye inoculé avec la toxine tétanique.* — L'aspect de la lésion est très caractéristique. Toute la région qui correspond au cylindre-axe A est fortement colorée. Sur le fond obscur de la cellule, il est difficile de voir encore des corpuscules chromatiques; par contre, dans la région diamétralement opposée, le fond est plus clair et l'on voit encore quelques éléments chromatophiles (E), plus visibles encore dans les prolongements protoplasmatiques (PP).

Une région qui occupe un quart, une moitié, trois quarts et quelquefois même toute la cellule, se distingue par un aspect foncé qui va jusqu'à l'opacité, opacité dans laquelle il est difficile, même impossible, de voir la structure histologique. Quel que soit son degré d'altération,

cette partie est dirigée du côté du cylindre-axe (fig. 10). Tout ce qui est dans la zone de cette région — cylindre-axe, prolongements protoplasmatiques, corps cellulaire, — présente le même aspect. Le cylindre-axe a changé de propriétés physico-chimiques; ainsi, à l'état normal, il est incolore et uniforme; à la suite de l'intoxication par le poison tétanique, il est devenu légèrement granuleux et se colore d'une façon intense jusqu'à devenir, par la méthode de Nissl, d'un bleu foncé. Les prolongements protoplasmatiques compris dans l'aire de dégénérescence représentent des espèces de branches noueuses à contour irrégulier et quelquefois sinueux, sans trace apparente d'éléments chromatophiles. Quelquefois même, il peut se faire qu'ils soient hérissés de pointes comparables à des épines. La seule particularité qui puisse les distinguer du cylindre-axe, c'est, d'une part, leur volume, et, d'autre part, parce qu'ils se divisent de distance en distance. C'est à peine si l'on peut distinguer, dans le corps ainsi modifié de la cellule et dans les prolongements de la région atteinte, des éléments chromatophiles.

La région altérée que nous venons de décrire offre, par sa coloration foncée, un contraste saisissant avec le reste de la cellule, qui constitue la deuxième région. On dirait que celle-ci a été divisée en deux par le processus pathologique : une partie obscure, profondément altérée, et une autre claire, contenant encore des éléments chromatophiles et donnant naissance à des prolongements qui rappellent, par leur aspect, les prolongements normaux; mais, ils sont beaucoup plus pauvres en éléments chromatophiles, et sont quelquefois légèrement augmentés de volume. Le noyau est un peu plus volumineux et se colore d'une façon plus diffuse; son contour est moins bien défini, mais sa paroi est à peu près normale. Une altération beaucoup plus rare est la transformation de la cellule en un bloc homogène et subissant la désintégration ou la fragmentation.

V. — Conclusions.

Les lésions des cellules nerveuses que nous venons de décrire, prises dans leur ensemble, offrent un aspect tout à fait particulier, que je n'ai retrouvé dans aucune autre intoxication, et qui nous permet, jusqu'à un certain point, de les distinguer des autres lésions de la cellule nerveuse.

Ainsi qu'on le voit par ce court exposé, la Pathologie fine de la cellule nerveuse a ouvert une nouvelle voie à la Toxicologie et à la Thérapeutique générale. Les méthodes nouvelles d'investigation dues à Flemming, Nissl, etc., nous montrent des lésions tangibles au microscope dans beaucoup d'affections considérées jusqu'à présent comme *sine materia*, comme des maladies *dynamiques*. Grâce aux nouvelles recherches, nous avons pu surprendre les modifications si multiples et si variables, produites par les divers agents qui altèrent la nutrition et la fonction de la cellule nerveuse, et je pense qu'un jour les histologistes nous montreront le mécanisme intime de l'immunité morbide et indiqueront les procédés qui la confèrent.

Dr Georges Marinesco.

REVUE ANNUELLE DE PHYSIQUE

Depuis la publication dans ce recueil de la dernière revue de Physique, où M. Gariel a résumé avec tant d'autorité les progrès accomplis pendant l'année 1895-1896, aucune de ces découvertes sensationnelles, que nous commencions presque à prendre l'habitude de voir surgir soudainement, n'a été annoncée dans le domaine de la Physique.

L'an dernier, au contraire, un fait capital s'était produit dont le retentissement s'est prolongé jusqu'à l'heure présente : les rayons X étaient venus au monde, prouvant ou rappelant une fois de plus à tous, savants et ignorants, que la science pure est la source la plus abondante des plus belles applications pratiques. L'étude de ces singulières radiations a suggéré à divers théoriciens des idées toutes nouvelles et leurs propriétés encore mal expliquées sont venues nous rappeler un peu à la modestie, en nous montrant combien la Nature recèle encore de mystères. L'extraordinaire facilité avec laquelle les phénomènes physiques s'expliquaient, pour la plupart, par des hypothèses mécaniques produisait sans doute quelque illusion; il semblait bien à certains esprits que la Physique fût presque sur le point de toucher à son terme; les réflexions que provoquent des découvertes aussi inattendues doivent probablement contribuer à écarter un telle confiance.

Un champ si nouveau devait naturellement tenter les chercheurs; aussi sont-ils innombrables ceux qui ont exploré avec profit telle ou telle région de ce domaine si riche, si récemment ouvert à l'activité scientifique. Nous reviendrons en temps utile sur les plus importantes de ces études, mais il serait fort injuste de ne point parler ici avec au-

tant de détails des travaux dirigés dans d'autres directions. Si l'intérêt de la nouveauté a entraîné surtout l'attention du public curieux de science vers les nombreux mémoires consacrés, dans les divers recueils scientifiques, aux rayons de Röntgen, il convient de ne point oublier que d'autres recherches également importantes ont été poursuivies avec succès depuis un an.

Aujourd'hui où les frontières scientifiques sont abolies, des esprits semblables, sinon identiques, dominent dans tous les laboratoires; aussi, peut-on grouper d'une façon systématique des travaux accomplis dans des pays souvent très différents, mais se rattachant d'une façon tout à fait intime au même ordre de questions. On ne saurait, à coup sûr, parler dans un seul article de tous les mémoires importants qui ont été publiés durant une année entière; il importe beaucoup plutôt ici de chercher à marquer, d'une façon générale, les positions conquises que de tâcher vainement à être complet. Aussi bien laisserons-nous de côté, volontairement, certains travaux soit parce qu'ils restent pour le moment un peu isolés, soit parce qu'ils font partie d'un ensemble encore inachevé et qu'il sera possible de les étudier une autre fois avec plus de profit, quoique avec un peu de retard.

I. — Étude thermique des corps.

La loi des états correspondants de Van der Waals offre une importance philosophique et pratique considérable : si elle était exactement vérifiée, la détermination des constantes critiques d'un corps suffirait pour connaître ses lois de compressibilité et de dilatation; aussi, depuis plusieurs années, a-t-elle été l'objet de nombreuses vérifications, qui n'ont malheureusement été faites le plus souvent que dans des limites restreintes de température et de pression et qui exigent la connaissance de valeurs numériques généralement très incertaines.

M. Amagat a imaginé un moyen des plus simples et des plus ingénieux pour arriver à vérifier cette loi : il remarque que, dans toute sa généralité, elle peut se traduire ainsi : Si les réseaux d'isothermes de deux substances sont construits à une même échelle en prenant pour unité de volume et de pression les valeurs des constantes critiques, les deux réseaux devront coïncider, c'est-à-dire que leur superposition présentera l'aspect d'un réseau relatif à une seule substance. Par suite, si l'on possède les réseaux le deux corps tracés avec des échelles quelconques, rapportées également à des unités quelconques, comme les changements d'unités reviennent à changer l'échelle des axes, on devra rendre l'un des réseaux semblable à l'autre par un allongement ou une diminution suivant l'un des axes. M. Amagat photographie alors deux réseaux d'isothermes, il en laisse un fixe, l'autre au contraire peut tourner autour de chacun des axes de coordonnées, et, en projetant en lumière parallèle le second sur le premier par transparence, il arrive à une coïncidence pour ainsi dire complète dans le cas de l'acide carbonique et de l'éthylène.

Ce moyen mécanique dispense ainsi de calculs laborieux, souvent douteux; il établit d'une façon incontestable, en dehors de toute hypothèse, que la loi de Van der Waals est beaucoup plus approchée que les recherches les plus récentes tendaient à le faire croire.

A la suite du mémoire de M. Amagat, M. Raveau a publié des remarques fort intéressantes sur le même sujet : il indique tout d'abord un moyen également simple pour procéder à la vérification de la loi, en remarquant que si l'on prend pour coordonnées les logarithmes de la pression et du volume, les coordonnées de deux points correspondants diffèrent de deux quantités constantes, et les courbes correspondantes sont identiques. Une semblable représentation graphique serait d'ailleurs applicable à tout autre ordre de questions et elle permettrait évidemment la comparaison de séries différentes de mesures relatives sur un même sujet.

Les courbes de M. Raveau, comme celles de M. Amagat, conduisent à une vérification très satisfaisante de la loi; toutefois, M. Raveau fait très justement observer qu'il ne résulte pas de là nécessairement que l'équation caractéristique des fluides est plus simple que les dernières recherches expérimentales conduisaient à le penser. Si cette équation est algébrique, elle ne renferme que trois constantes qui caractérisent chaque corps, mais le nombre des coefficients pour chacun reste indéterminé. Les recherches des formules empiriques gardent donc un haut intérêt, mais on conçoit qu'elles n'aboutiront que si l'on se préoccupe aussi de mettre en évidence les propriétés calorimétriques des corps.

Ce sont précisément des expériences calorimétriques que M. Mathias a poursuivies sur les liquides saturés; il détermine d'une façon complète les chaleurs spécifiques des gaz liquéfiés et de leurs vapeurs saturées, ainsi que les chaleurs de vaporisation interne et externe. La méthode employée est comparée avec raison par l'auteur à celle dont on se sert en Géométrie pour étudier un solide en déterminant des sections parallèles à un plan donné, ou encore à la méthode des coupes de l'histoire naturelle; c'est une série de mesures calorimétriques poursuivies dans un ordre nécessaire sur une quantité variable du corps que l'on étudie et qui est contenu dans un vase se vidant du com-

mencement à la fin d'une série d'expériences.

Un poids connu d'un mélange de liquide et de vapeur saturée est enfermé dans un récipient métallique; selon que la masse est supérieure ou inférieure à celle qui remplirait le vase à la température critique, sous la densité critique, l'appareil est disposé pour donner la chaleur spécifique du liquide saturé ou celle de la vapeur saturée.

A cet effet, on porte l'appareil dans une étuve à température constante, il y est maintenu plusieurs heures au voisinage immédiat de la température à laquelle il est plein soit de liquide, soit de vapeur saturée; puis on le plonge dans un calorimètre.

On mesure ainsi la quantité de chaleur à fournir au mélange du liquide et de la vapeur saturée, à volume constant, depuis la température finale du calorimètre jusqu'à la température finale de l'étuve. En commençant avec la plus grande quantité de liquide possible, puis enlevant du gaz progressivement, on obtient une série de mesures qui permet de résoudre complètement l'étude calorimétrique du corps.

Cette méthode, appliquée avec grand soin, a conduit M. Mathias à de fort intéressants résultats sur l'acide sulfureux; la discussion de ces belles expériences a d'ailleurs été faite ici même par M. Amagat[1].

M. A. Batelli a poursuivi les recherches qu'il a entreprises depuis plusieurs années et qui constituent déjà un ensemble très important de mesures des constantes thermiques et calorimétriques des corps; il a obtenu, dans ses dernières expériences, des valeurs nombreuses des coefficients de dilatation de la vapeur d'alcool et des densités sous la pression de la vapeur saturée. En utilisant les résultats de ces recherches, ainsi que ceux des travaux antérieurs de M. Batelli sur l'éther et le sulfure de carbone, M. van der Waals jr a obtenu de son côté une vérification satisfaisante du théorème des états correspondants.

Signalons encore, comme se rattachant à un ordre d'idées semblables, une note où M. Leduc montre que le principe d'Avogadro-Ampère, apparaît comme une loi limite exacte si on l'énonce de la façon suivante : à des températures et sous des pressions correspondantes, tous les gaz ont le même volume moléculaire.

Parmi les autres travaux importants effectués dans le domaine de la chaleur, il convient de citer les recherches de M. Lussana sur la chaleur spécifique des gaz, les expériences de MM. A. Schuster et William Gannon sur la détermination de la chaleur spécifique de l'eau en fonction des unités électriques internationales, et aussi les recherches de M. Griffiths sur la capacité calorifique de l'eau à diverses températures.

Depuis les mémorables expériences de Rowland sur l'équivalent mécanique de la calorie, on ne saurait douter que les formules de Regnault ne sont point exactes; l'unité calorimétrique à 15°, qui est la mieux déterminée directement, est mal connue en fonction de la calorie moyenne ou de l'unité à zéro. M. Griffiths, reprenant une idée analogue, émise il y a plusieurs années déjà par M. Lippmann, propose, afin de remédier aux inconvénients qui résultent de cette incertitude pour la définition ordinaire de la calorie, de prendre pour unité de chaleur la chaleur équivalente à 42×10^6 ergs. A l'imitation de ce qui a été fait pour l'unité de résistance, on pourrait donner ainsi une définition théorique, rattachant l'unité de quantité de chaleur à une unité du système C. G. S.; puis, pour les besoins pratiques, les physiciens pourraient adopter par convention un étalon représentant suffisamment l'unité théorique (par exemple la calorie définie à 15°); l'unité pratique pourrait être légèrement modifiée à mesure que les déterminations deviendraient plus précises. M. Griffiths, qui a fait ces propositions, il y a plus d'un an, à l'Association britannique pour l'avancement des sciences, demande, sur ce point, l'avis de tous les physiciens. Il est certain qu'il y aurait un haut intérêt à obtenir une unification dans les mesures de quantités de chaleur, semblable à celle qui a été réalisée avec tant de succès pour d'autres mesures des grandeurs physiques.

Aux recherches sur les propriétés élastiques et calorifiques des corps dont nous venons de parler, il conviendrait d'ajouter le travail de M. Ponsot sur la congélation des solutions aqueuses étendues et le beau mémoire de M. Bouasse sur la torsion des fils fins, si ces deux mémoires présentés comme thèses ne devaient être étudiés par ailleurs.

II. — Thermodynamique.

Les plus importants travaux parus depuis un an en Thermodynamique sont dus à M. Duhem, dont l'activité scientifique ne se dément point. Il a publié un travail considérable sur la théorie thermodynamique de la viscosité, du frottement et des faux équilibres chimiques, c'est-à-dire des états d'équilibre qui sont expérimentalement réalisables, bien que la Thermodynamique ordinaire les déclare impossibles. M. Duhem arrive à penser que l'établissement des équations de la Thermodynamique et, par suite aussi, celle de la Mécanique des corps dénués de frottement, qui peut être considérée comme un cas particulier, suppose, entre autres hypothèses, la suivante, qui est entièrement arbitraire : Lorsqu'on

[1] *Revue* du 15 avril 1897.

donne l'état d'un système, les actions extérieures capables de le maintenir dans cet état sont déterminées sans ambiguïté par des équations dites conditions d'équilibre du système. Si l'on rejette cette hypothèse, il sera alors permis d'introduire dans les lois de la Mécanique et de la Thermodynamique des propositions qu'elle excluerait.

M. Duhem cherche, en somme, à faire prévaloir deux idées fondamentales : la première, déjà développée par Navier dans un cas particulier, est que la viscosité et le frottement ne sont pas toujours des termes fictifs introduits dans les équations du mouvement des systèmes pour arriver à tenir un compte sommaire de perturbations complexes et mal connues, mais tout au contraire des termes essentiels et irréductibles; la seconde idée est que les divers changements de propriété d'un système ne sauraient se réduire au mouvement local.

Ces vues nouvelles s'éloignent des idées généralement admises ; elles présentent cependant un haut intérêt, car l'on ne saurait douter que la Thermodynamique apparaît de plus en plus comme pouvant devenir la science la plus générale, celle dont la Mécanique ne serait qu'une branche spéciale et qui permettrait sans doute de réunir aussi en un seul faisceau les diverses parties des sciences physiques et chimiques. Mais, si elle restait enfermée dans les limites classiques que les physiciens lui avaient assignées, lorsqu'ils cherchaient avec une tendance d'esprit tout opposée à la faire rentrer comme cas particulier dans l'étude de la Mécanique, la Thermodynamique ne saurait devenir cette sorte de science universelle que l'on aspire à établir. Les tentatives du genre de celles que poursuit M. Duhem permettent, au contraire, de légitimes espérances de succès.

III. — Recherches sur les gaz liquéfiés.

Depuis les progrès accomplis dans ces dernières années dans les procédés opératoires permettant d'obtenir et de manipuler les gaz liquéfiés, on a réussi à étudier la plupart des propriétés physiques des différents corps à l'état liquide; en particulier, les travaux de M. Dewar ont fourni des résultats précieux.

Cette année, M. Dewar, avec l'aide de collaborateurs plus particulièrement compétents, a poursuivi la détermination des différentes constantes physiques de l'air liquide.

Il a d'abord combiné un appareil de laboratoire permettant la préparation facile de l'oxygène et de l'air liquide et dont le principe est en somme celui de l'appareil employé dès 1878 dans les recherches bien connues de M. Cailletet. Par une détente partielle de l'air comprimé et refroidi lui-même par la détente d'une masse d'acide carbonique, on obtient aisément un litre d'air liquide; en faisant le vide dans un récipient contenant cet air liquide, on obtient ensuite une gelée épaisse et transparente, qui, placée dans un champ magnétique, laisse couler de l'oxygène liquide et doit, par suite, être composée d'une gelée d'azote contenant de l'oxygène liquide.

M. Dewar a également étudié la liquéfaction de l'hydrogène : il montre que la température critique de ce corps est très basse, mais la pression critique peu élevée; pris à — 194°, point d'ébullition de l'air, l'hydrogène est dans un état tel que sa liquéfaction directe à partir de cette température doit être considérée comme comparable à celle de l'air pris dans une atmosphère à 60°. Cependant l'auteur a pu liquéfier nettement l'hydrogène à une température de — 200°, sous une pression de 200 atmosphères. L'oxygène, ou l'air, liquide, placé dans un jet de cet hydrogène, se transforme très rapidement en une neige blanche, fort différente par son aspect de la gelée ordinaire formée par l'air solide.

Avec le concours de M. Liveing, M. Dewar a déterminé, par une variante de la méthode de la réflexion totale, les indices de réfraction de l'oxygène liquide pour diverses radiations; en collaboration avec M. J.-A. Fleming, il a comparé aussi la perméabilité magnétique de l'oxygène liquide à celle de l'oxygène gazeux à la température de l'ébullition normale — 182°; les deux auteurs déterminent, à cet effet, le rapport des valeurs du coefficient d'induction mutuelle des deux bobines d'un transformateur, lorsque son noyau est en oxygène liquide ou en oxygène gazeux; les nombres trouvés pour la perméabilité de l'oxygène liquide placent ce corps, au point de vue des propriétés magnétiques, à côté d'une solution saturée de perchlorure de fer.

MM. Dewar et Fleming ont pu également déterminer les constantes diélectriques de l'oxygène et de l'air liquéfiés en mesurant la charge d'un condensateur où ces corps séparent les armatures; l'oxygène et l'air liquides sont des diélectriques aussi parfaits que le pétrole; l'oxygène liquide obéit très approximativement à la loi de Maxwell.

IV. — Questions d'électricité.

Comme toujours l'électricité a, cette année, attiré un grand nombre de chercheurs; des résultats fort intéressants ont été acquis.

L'électricité statique continue le plus souvent à être enseignée en partant de l'hypothèse des actions à distance. Cette ancienne manière de voir n'est guère d'accord avec les vues modernes sur le rôle des milieux intermédiaires, et les idées de

Maxwell tendent, de plus en plus, à prévaloir. L'illustre physicien anglais a montré, on le sait, qu'il y a une équivalence mathématique entre les conséquences des lois de Coulomb et les conséquences de cette hypothèse que, placé dans un champ électrique, un diélectrique est soumis à des forces de tension dans le sens des lignes de force et de pression suivant les normales à ces lignes, quand il est homogène. Dans la plupart des recherches entreprises pour mettre en évidence ces forces à l'intérieur des diélectriques, on a cherché leurs effets à la surface de séparation de deux corps différents; mais, dans ce cas, l'hypothèse que le diélectrique est homogène n'est plus naturellement vérifiée. D'autre part, M. H. Poincaré a montré que, pour expliquer les phénomènes électrostatiques par des actions de milieu, l'hypothèse de Maxwell n'est pas nécessaire et qu'elle ne peut même être acceptée que si on la modifie quelque peu.

M. Pellat a pensé qu'il serait possible d'édifier l'Électrostatique en laissant de côté toute hypothèse et en la faisant reposer sur des bases expérimentales assez larges pour comprendre, dès le début, le cas de plusieurs diélectriques placés dans le champ, mais en laissant de côté les lois de Coulomb, puisqu'elles ne sont pas directement applicables dans ce cas. Son mémoire, paru dès 1895, est une tentative des plus intéressantes pour introduire dans l'enseignement de l'Électricité statique des réformes qui s'imposent. Par la méthode qu'il suivait, M. Pellat arrivait, en outre, à démontrer qu'un diélectrique non électrisé, placé dans un champ électrique, peut être soumis à des forces; il donnait même l'expression analytique de ces forces. Il a pu cette année vérifier, soit avec des diélectriques solides, soit avec des diélectriques liquides, les formules qu'il avait précédemment établies.

Dans le même ordre d'idées, mais se plaçant à un point de vue presque opposé, M. Gouy cherche et parvient à démontrer que l'on peut continuer à admettre, avec les fondateurs de l'Électrostatique, que la force qui s'exerce entre deux particules électriques est bien indépendante du milieu ambiant, à condition de tenir compte des effets indirects qui produisent des forces apparentes; ainsi, dans les diélectriques fluides, une pression hydrostatique intervient qui modifie l'action électrique.

On ne peut s'étonner de voir ainsi qu'avec des points de départ bien différents, on arrive à interpréter d'une façon satisfaisante les mêmes résultats expérimentaux. On sait bien, en effet, que des hypothèses mécaniques entièrement distinctes peuvent conduire à des résultats identiques dans leurs conséquences même les plus reculées. Mais, si l'essence même des phénomènes doit nous rester cachée, les tentatives du genre de celles dont nous venons de parler n'en gardent pas moins un haut intérêt philosophique.

Les diélectriques ont été aussi l'objet d'un grand nombre de recherches expérimentales; nous citerons en particulier un mémoire de M. Houllevigue, qui a étudié l'échauffement d'un condensateur soumis à une série de charges ou de décharges, cet échauffement découvert par Siemens avait été déjà l'objet d'un certain nombre d'expériences peu concordantes; les résultats de M. Houllevigue sont entièrement d'accord avec la théorie.

L'Électrolyse a fourni son contingent habituel de travaux. Les procédés opératoires, qui font pénétrer de plus en plus dans l'industrie les méthodes de préparation ou d'analyse électriques, ont reçu des perfectionnements de détail. Au point de vue scientifique, peu de résultats nouveaux sont à signaler. Citons cependant : une note de M. Joubin sur la conductibilité des sels moléculaires en dissolution, où l'auteur tire de la loi énoncée par M. Bouty d'intéressantes conséquences; un travail de M. Sokolow sur l'électrolyse de l'eau, où l'auteur élucide un certain nombre de questions délicates et parvient à rétablir l'accord entre les conséquences tirées par Helmholtz de l'application de la loi de l'énergie libre aux phénomènes de l'électrolyse et de la polarisation et les résultats expérimentaux trouvés par divers auteurs; un mémoire de M. Bagard qui contient la démonstration expérimentale de l'existence du phénomène de Hall dans les liquides et des mesures sur ce phénomène; les expériences de M. Braun sur la conductibilité de l'air électrisé et sur le courant magnétique.

La conductibilité des métaux a été également l'objet de plusieurs recherches. M. Fleming, par exemple, a effectué des mesures de la conductance de métaux et d'alliages à de basses températures. Il montre que la résistivité des métaux purs tend vers zéro, à mesure qu'on se rapproche du zéro absolu de température, tandis que celle des alliages paraît, au contraire, tendre vers une limite finie; de très petites quantités de matières étrangères produisent, pour certains corps, des variations énormes dans la valeur de la résistivité. L'auteur signale des faits analogues pour les propriétés magnétiques du fer et de ses alliages. Lord Rayleigh pense que l'on pourrait peut-être expliquer les phénomènes observés par M. Fleming sur la résistance des alliages en supposant que ces corps sont hétérogènes et constitués de lamelles de compositions diverses; il se produirait alors, sous l'influence d'un courant, des effets Peltier qui engendreraient des forces contre-électromotrices proportionnelles à l'intensité; ces forces électromotrices joueraient dans les mesures exactement le même rôle qu'une augmentation de résistance.

Peut-être des effets semblables se produisent-ils dans des phénomènes curieux observés par M. Branly; ils ne sauraient cependant suffire pour les expliquer complètement. M. Branly réussit à montrer qu'il existe une résistance de passage entre deux surfaces métalliques, résistance qui est souvent considérable alors même que les surfaces ont été bien polies, bien nettoyées, qu'elles sont maintenues en contact par pression et en apparence parfaitement adhérentes. Si cette résistance est négligeable avec les conducteurs qui constituent d'ordinaire les circuits, elle a une certaine importance avec des métaux tels que l'aluminium ou le plomb.

V. — Recherches sur l'arc électrique.

De divers côtés, l'arc électrique a été depuis quelque temps l'objet d'expériences qui ont conduit à des résultats théoriques et pratiques dignes de remarque.

MM. Wilson et Fitzgérald ont étudié les effets de la pression de l'atmosphère ambiante sur la température du cratère de l'arc. On admet assez généralement que cette température qui, d'après les belles expériences de M. Violle, est fixe et voisine de 3.400°, ne serait autre que la température d'ébullition du carbone. S'il en était vraiment ainsi, il deviendrait assez difficile d'admettre qu'il existe, dans la photosphère solaire, des particules de charbon solide, puisque la température de cette photosphère dépasse, d'après les plus basses estimations, 8.000°; ou bien il faudrait alors que la pression de l'atmosphère solaire fût suffisante pour porter le point d'ébullition du carbone jusqu'à ces hautes températures. Les expériences des auteurs paraissent prouver que les changements de pression ne produisent pas de tels effets; il semblerait même, en certains cas, que la température s'abaisse quand la pression augmente. Les phénomènes sont d'ailleurs très complexes; les variations d'éclat que l'on observe et par lesquelles s'accusent les changements de température sont certainement dues en partie à une absorption dans le tube d'observation; d'autre part, les auteurs ont également observé dans les gaz comprimés des courants de convection qui dispersent et réfléchissent la lumière et l'empêchent, en partie, de parvenir jusqu'à l'observateur. MM. Wilson et Fitzgérald pensent que de semblables phénomènes se produisent dans l'atmosphère solaire et empêchent sans doute un certain nombre des radiations qui s'y produisent d'arriver jusqu'à nous. A la Société Française de Physique, M. Ch.-Ed. Guillaume a émis, à propos de ces expériences, une idée intéressante; il pense que l'abaissement d'éclat du charbon positif, sous l'influence de la pression, pourrait peut-être s'expliquer par la dissolution du carbone dans l'atmosphère ambiante; il résulte, en effet, des expériences bien connues de M. Villard sur la dissolution des solides dans les gaz, que la quantité dissoute est d'autant plus abondante que la pression est plus élevée. L'une des expériences de MM. Wilson et Fitzgérald donnerait même de l'hypothèse de M. Guillaume une confirmation directe; ces deux physiciens ont, en effet, remarqué que, si l'on fait jaillir l'arc dans une atmosphère d'acide carbonique sous pression et que l'on produise ensuite la détente, on voit un nuage de carbone apparaître autour de cet arc.

M. Le Chatelier estime aussi que le charbon positif est à sa température de fusion et non pas à une température d'ébullition, car, autrement, la force élastique de la vapeur de carbone devrait déjà être considérable à la température à laquelle se trouvent portés d'ordinaire les filaments des lampes à incandescence, ce qui paraît peu vraisemblable.

Divers physiciens ont entrepris des recherches relatives à d'autres questions qui se posent à propos de l'arc. MM. Frith et Rogers ont cherché à mesurer ce qu'ils appellent la vraie résistance, c'est-à-dire le rapport d'un petit accroissement dans la différence de potentiel entre les charbons à la variation correspondante du courant; la résistance ainsi définie est positive avec des charbons pleins, négative, au contraire, avec des charbons creux.

Au cours de ces expériences, M. Frith a remarqué que l'arc a la propriété de modifier la forme de l'onde lorsqu'il est excité par un courant alternatif; ainsi, l'introduction d'un arc peut changer une courbe à sinuosités allongées en une courbe à sinuosités aplaties; ce fait a un véritable intérêt industriel, car on a remarqué depuis longtemps que le pouvoir éclairant est plus grand lorsque la courbe du courant est aplatie.

Mme Ayrton a publié une curieuse expérience sur les variations brusques de voltage dans l'arc, lorsqu'on fait changer l'intensité; ces variations, accompagnées de variations d'éclat sur le charbon positif et de condensation sur le négatif, paraissent dues, d'après Mme Ayrton, aux variations de volume des vapeurs conductrices comprises entre les charbons; on doit, en tout cas, retenir cette conséquence pratique que lorsque l'arc est alimenté par un courant variable, la différence de potentiel entre les charbons dépend non seulement de l'intensité, mais aussi de la manière dont cette intensité varie avec le temps.

M. Leroux a émis, il y a longtemps déjà, cette

idée que la force contre-électromotrice qui apparaît dans l'arc est d'origine thermo-électrique; M. Gorges a réalisé des expériences sur l'arc alternatif qui paraissent tout à fait favorables à cette idée; M. Arons cite également des faits en faveur de cette hypothèse; et, d'autre part, M. Ayrton a vérifié qu'en chauffant par une source étrangère le charbon négatif, le voltage nécessaire pour maintenir l'arc s'abaisse, ce qui pouvait être prévu dans l'idée de M. Leroux.

Peut-être une explication semblable pourrait-elle être donnée d'une expérience de M. Sahulka, qui a découvert, que si on lance un courant alternatif entre deux pointes, l'une de charbon, l'autre de fer, il semble se produire, pendant le passage de l'arc, un courant continu dirigé du fer vers le charbon; c'est-à-dire que, pour une même longueur d'arc et une même force électromotrice, le courant est plus intense dans le sens fer-charbon que dans le sens opposé. Nous croyons nous souvenir que de pareils faits avaient été déjà observés par M. Maneuvrier, il y a plusieurs années.

Au point de vue pratique, un progrès considérable a été accompli depuis un an dans l'éclairage à arc par M. Marks, qui est arrivé à éclairer d'une façon tout à fait satisfaisante un grand nombre de rues de New-York, avec des arcs en vases clos. Depuis 1866, où Staite avait le premier imaginé une lampe à arc fermée, bien des tentatives avaient été faites pour rendre pratiques de tels appareils; ils semblent, à première vue, présenter de grands avantages : propreté, innocuité, diminution de la consommation des charbons et du prix de la main-d'œuvre nécessaire pour les changer; mais de graves difficultés s'étaient toujours présentées qu'on n'avait pu écarter; en particulier, il se produisait sur les globes des dépôts de charbon qui absorbaient au bout de peu de temps la plus grande partie de la lumière émise. M. Marks est arrivé à combiner un appareil simple et pratique; tout le carbone enlevé par le courant au charbon positif se transforme en gaz et il n'y a pas de dépôt; un ingénieux régulateur d'admission d'air est disposé pour faire entrer en conflit les courants de gaz sortant de l'appareil ou y pénétrant, de façon à obtenir une parfaite régularité dans l'arc.

Signalons enfin, pour terminer l'exposé de ces recherches sur l'éclairage électrique, les récentes expériences de M. Schutt sur ce qu'il appelle la lumière électro-capillaire, en faisant passer dans un tube de verre capillaire plein d'air à la pression atmosphérique, les décharges d'une bobine d'induction entre des électrodes en cuivre ou en aluminium; on obtient une lumière d'un éclat surprenant, mais peu durable, le tube de verre étant rapidement détruit.

VI. — Électro-optique; Oscillations électriques.

Les expériences de Hertz ont provoqué depuis une dizaine d'années un mouvement scientifique considérable; l'étude des phénomènes se rapportant aux relations qui existent entre la lumière et l'électricité attire toujours un grand nombre de chercheurs, car, derrière l'illustre physicien, il reste à glaner presque une moisson. C'est ainsi que, cette année, M. Strinberg a pu vérifier expérimentalement l'interprétation théorique que M. H. Poincaré et M. E.-V. Bjerknes ont donnée du phénomène de la résonnance multiple des ondulations électriques, ou bien encore que M. Righi a pu étendre au cas de deux petites oscillations électriques perpendiculaires de même période, de même amplitude et de phases différant de un quart de période, la théorie que Hertz avait donnée pour une petite oscillation rectiligne.

C'est également au même ordre d'idées que l'on peut rattacher les mesures effectuées par M. Zeeman sur l'influence d'une aimantation perpendiculaire au plan d'incidence sur la lumière réfléchie par un miroir de fer, et peut-être aussi les très curieuses expériences du même auteur relatives à l'influence du magnétisme sur les radiations émises par les corps. M. Zeeman a rendu compte ici même du résultat de ses recherches. On sait qu'il a constaté que si l'on place entre les deux pôles d'un électro-aimant un bec de gaz donnant la flamme jaune du chlorure de sodium, au moment précis où l'on excite l'électro-aimant les deux raies D s'élargissent. Le phénomène, qui cesse quand le champ vient à être supprimé, ne paraît point être dû à un changement dans l'état de la vapeur de sodium, mais bien à une modification véritable de la période vibratoire de la lumière; les bords des raies D élargies sont polarisés circulairement. Dans l'idée de l'auteur, ces faits seraient une confirmation d'une théorie de M. Lorenz, d'après laquelle les forces qui agissent sur les ions électrisés dans un champ magnétique pourraient produire précisément les effets signalés.

M. Jagadis Chunder Bose a continué les belles expériences qu'il poursuit depuis quelques années sur les radiations électriques et dont M. Gariel a déjà parlé; le jeune physicien indien s'est plus particulièrement occupé dans ces derniers temps de la détermination des longueurs d'onde des radiations électriques au moyen de réseaux de diffraction. L'oscillateur est constitué par deux petites boules en platine fondu, entre lesquelles se trouve interposée une sphère; il est excité par une bobine de Ruhmkorff, ingénieusement modifiée et contenue tout entière dans une boîte de fer recouverte de feuilles d'étain. Le résonnateur est une

spirale d'acier reliée à une pile et à un galvanomètre. Lorsque la radiation électrique tombe sur cette spirale, il se produit une brusque diminution de résistance et la déviation du galvanomètre décroît soudainement. Un même récepteur peut servir pour plusieurs vibrations, si l'on modifie la force électromotrice introduite dans le circuit. Le réseau sur lequel tombe la radiation qui sort par une fente verticale est un réseau cylindrique formé par des bandes d'étain tendues sur une mince feuille d'ébonite courbée. Les expériences semblent prouver que le spectre diffracté est un spectre inéaire et non un spectre continu; ce résultat très important n'est pas conforme aux idées primitives de Hertz, mais il est bien d'accord avec l'opinion de J.-J. Thomson.

M. Righi a également réalisé d'importantes expériences sur les oscillations électriques ; un oscillateur, excité par une machine à influence, est plongé dans un liquide isolant et disposé de telle façon que la ligne des centres de ses deux sphères coïncide avec la ligne focale d'un miroir cylindro-parabolique constitué par une lame de cuivre. Le système produit alors des rayons électriques avec lesquels on peut répéter la plupart des expériences d'Optique : expériences d'interférence avec les miroirs de Fresnel ; mesure des longueurs d'onde avec le dispositif employé par M. Michelson dans ses célèbres expériences sur la comparaison du mètre aux longueurs d'onde de la lumière ; phénomènes de réfraction et de polarisation par réfraction, réflexion totale, polarisation circulaire, réflexion métallique. Si l'on joint à ces expériences les résultats obtenus par M. Lebedew, qui, expérimentant avec des longueurs d'onde de six millimètres seulement, a pu, en 1895, constater la double réfraction du soufre et polariser des vibrations électriques avec des nicols de soufre, on peut dire qu'aujourd'hui toutes les propriétés de la lumière ont été étendues systématiquement aux vibrations hertziennes.

Il y a, dans la science, peu d'expériences présentant un intérêt philosophique aussi grand que celles qui se rapportent à ces phénomènes d'oscillation et de résonnance électriques ; mais il ne semblerait guère au premier abord qu'elles pussent conduire à des applications utiles au point de vue industriel. Divers essais ont cependant été tentés depuis quelque temps qui paraissent promettre des résultats prochains. C'est ainsi que MM. Hutin et Leblanc ont indiqué un procédé qui deviendra sans doute rapidement pratique et qui permettrait de résoudre le problème de la transmission simultanée de plusieurs conversations sur une même ligne téléphonique. Au lieu de courants continus, on enverrait dans la ligne plusieurs courants alternatifs de haute fréquence, mais de fréquences différentes et l'on disposerait sur la même ligne les postes qui doivent converser ensemble avec des résonnateurs correspondants à une même fréquence. C'est ainsi encore que les mêmes auteurs proposent d'employer des résonnateurs pour transmettre à des tramways l'énergie électrique amenée dans une ligne au voisinage de la voiture sans qu'il soit nécessaire d'établir une communication entre elle et la ligne. Les expériences de MM. Marconi et Preece, effectuées dernièrement à Londres, paraissent également indiquer la possibilité de réaliser de semblables transports d'énergie sans fil. Dans un ordre d'idées semblable, on connaît aussi les ingénieux appareils où M. Boucherot utilise les phénomènes de résonnance pour la production industrielle des courants alternatifs par des moyens très simples.

VII. — Rayons calorifiques de grandes longueurs d'onde.

Comme nous venons de l'indiquer, les radiations électriques peuvent aujourd'hui être considérées comme entièrement connues ; les dernières hésitations sont levées et l'on ne saurait plus douter de l'identité de nature des oscillations électriques et des oscillations lumineuses ; toutefois les oscillations électriques les plus rapides que l'on ait su produire, celles de M. Lebedew, ont 6 millimètres de longueur d'onde, tandis que les longueurs d'onde les plus longues de la lumière, observées avec certitude par M. Langley dans l'infra-rouge, ne dépassent guère 15 microns. On verrait facilement que le spectre inconnu qui s'étend entre ces deux radiations extrêmes occupe un intervalle presque égal à celui que l'on a étudié entre les radiations ultraviolettes et les rayons infra-rouges les plus éloignés. La lacune est donc encore considérable. Un intérêt évident s'attache aux expériences dans lesquelles on cherche à la combler.

Le problème peut être attaqué de deux côtés différents, il est pour ainsi dire possible de partir des deux rives pour franchir l'intervalle. Les efforts tentés dans ces derniers temps avaient été surtout dirigés du côté des oscillations électriques, et nous avons vu qu'ils n'avaient point été inutiles, puisque les longueurs d'onde des expériences primitives de Hertz ont été considérablement abaissées ; mais tout récemment MM. H. Rubens et F.-F. Nichols viennent de publier des expériences qui les conduiront sans doute à diminuer beaucoup l'intervalle encore inexploré, et le point de départ de ces expériences est au contraire du côté des rayons calorifiques. Les auteurs remarquent que la difficulté la plus grande de ce genre de recherches pro-

vient de ce que les ondes extrêmes du spectre infra-rouge ne renferment qu'une très faible part de l'énergie totale émise par un corps incandescent, de sorte que si, pour les étudier, on les disperse encore par un prisme ou par un réseau, l'intensité en un point devient si faible qu'elle n'est plus observable. L'idée originale de MM. Rubens et Nichols est d'obtenir, sans prisme ni réseau, un faisceau homogène de grande longueur d'onde suffisamment intense pour être étudié ; à cet effet, la source radiante est une lame de platine recouverte de fluorine ou de quartz en poudre, qui émet des radiations nombreuses au voisinage de deux bandes d'absorption linéaires qui existent dans les spectres d'absorption de la fluorine et du quartz, et, dont l'une est, comme l'a constaté M. Nichols, située dans l'infra-rouge; les radiations ainsi émises se réfléchissent plusieurs fois sur de la fluorine ou sur du quartz, et comme, au voisinage des bandes, l'absorption est de l'ordre de celle des corps métalliques pour les rayons lumineux, les ondes correspondantes apparaissent en proportion de plus en plus considérable dans le faisceau réfléchi. Ainsi, par exemple, dans le cas du quartz, au voisinage de $\lambda = 8\mu,5$, l'absorption est trente fois plus grande dans la région de la bande que dans la région voisine, et, par suite, après trois réflexions, tandis que les radiations correspondantes ne seront presque pas affaiblies, les ondes voisines le seront, au contraire, dans le rapport de 1 à 27.000.

L'appareil qui sert à mesurer la longueur d'onde se compose d'un réseau de fils qui permet d'obtenir avec le quartz les images diffractées du premier et du troisième ordre, que l'on observe avec un bolomètre très sensible dont les bandes de platine sont recouvertes de noir de platine électrolytique plus absorbant pour ces longueurs d'onde que le noir de fumée. Avec la fluorine, les auteurs ont observé des longueurs d'onde de $24\mu,5$; avec le sel gemme et la sylvite, on peut observer des longueurs d'onde plus éloignées, voisines de 50μ, mais les expériences ne sont point encore terminées. On remplacera pour ces recherches le bolomètre par un radiomètre de Crookes, formé de deux petites ailettes en mica noirci suspendues par un fil de quartz dans une ampoule fermée par une lame de fluorine, et qui est tellement sensible qu'une bougie placée à 6 mètres donne une déviation de 66 millimètres sur une échelle placée à 1 mètre ; il résulte d'ailleurs des expériences de M. Nichols que, dans des conditions convenables de pression, les indications de l'appareil sont exactement proportionnelles au flux d'énergie qui y pénètre. M. Nichols a utilisé déjà, dans des expériences antérieures, cet appareil pour étudier les propriétés du rayon ordinaire dans le quartz et les coefficients de transmission et de réflexion pour de grandes longueurs d'onde. Outre le résultat capital, que nous avons tout d'abord indiqué, les expériences de MM. Nichols et Rubens paraissent devoir fournir de nombreux renseignements sur la façon dont se comportent les radiations infrarouges, au point de vue de leur absorption, de leur réflexion et de leur réfraction par diverses substances.

Signalons enfin une curieuse expérience effectuée par les auteurs ; ils ont pu reproduire, avec les radiations de grande longueur d'onde qu'ils ont obtenues, un phénomène particulier de résonnance découvert par M. Garbasso pour les oscillations hertziennes ; c'est là un résultat bien intéressant, puisqu'il montre bien clairement que l'intervalle qui reste à franchir pour raccorder définitivement les deux régions spectrales jusqu'ici séparées, n'apparaît plus infranchissable.

VIII. — Décharges dans les gaz raréfiés, rayons X, rayons uraniques, etc.

Comme nous le disions au début de cet article, les travaux consacrés à l'étude des rayons de Rœntgen ont été de plus en plus nombreux ; il serait difficile de les mentionner tous, c'est sur ce sujet d'ailleurs qu'il est permis d'être ici le plus bref car les lecteurs de la *Revue générale des Sciences* ont été constamment tenus au courant des progrès accomplis tant au point de vue de la technique expérimentale qu'au point de vue des idées théoriques.

Nous ne parlerons donc point des procédés opératoires qui ont permis l'obtention, avec une durée de pose très courte, des magnifiques clichés radiographiques que tout le monde connaît aujourd'hui et nous laisserons aussi de côté la description des procédés fluoroscopiques grâce auxquels la vision directe des parties internes du corps humain est devenue d'une pratique courante et facile. Rappelons seulement les travaux de J.-J. Thomson, puis en France les procédés indiqués tout d'abord par M. James Chappuis et par M. Meslin pour diminuer le temps de pose, et enfin la construction des tubes de M. Colardeau et les perfectionnements apportés par des constructeurs tels que MM. Chabaud, Ducretet, Séguy, Radiguet, qui ont tant contribué à rendre pratique la nouvelle méthode de radiographie.

Au point de vue théorique, les recherches ont été dirigées dans deux voies différentes : un grand nombre de physiciens ont imaginé des expériences qui devaient, dans leur pensée, résoudre enfin l'énigme posée par les expériences de Rœntgen et permettre de connaître d'une façon définitive et indubitable la nature des fameux rayons ; d'autres au contraire, laissant provisoirement de côté toute

tentative pour la solution directe du problème, se sont surtout attachés à étudier les diverses propriétés et les effets si variés de ces radiations.

On ne saurait encore prétendre aujourd'hui que les efforts des premiers ont été entièrement couronnés de succès; aucune solution incontestable n'a été proposée, et tout au plus peut-on affirmer qu'à l'heure présente il n'y a aucune raison absolue qui empêche d'admettre que les rayons X sont des rayons de très courte longueur d'onde. Comme il est d'une bonne méthode scientifique de conserver l'interprétation la plus simple d'un phénomène jusqu'au jour où elle a été mise formellement en défaut, c'est l'opinion de ceux qui voient dans les rayons X des rayons de très petite période qui est actuellement la plus généralement admise; mais les expériences de M. Gouy établissent que, s'il existe véritablement des longueurs d'onde des nouveaux rayons, elles sont considérablement inférieures à $0\mu,005$, c'est-à-dire à 1/100 de la longueur d'onde du vert, et entre ces rayons et les rayons ultra-violets il reste un large abîme à combler.

Un point qui paraît aujourd'hui acquis, c'est que les rayons X ne prennent pas, comme on l'avait cru d'abord, naissance au point où les rayons cathodiques frappent les parois et que le phénomène de la phosphorescence n'est nullement nécessaire à la production des rayons X : ainsi, les lueurs observées à l'intérieur de tubes de Crookes sont dues aux rayons X et non à l'action des rayons cathodiques sur l'ampoule.

Parmi les propriétés des rayons les plus curieuses au point de vue physique, on a particulièrement étudié les effets de décharge qu'ils produisent sur les corps électrisés. MM. Benoist et Hurmuzescu, qui avaient été des premiers à signaler cette action, ont étudié, comme d'autres savants (MM. J.-J. Thomson, Righi, Borgmann, Gerchun, H. Dufour, Batelli et Garbasso), les particularités du phénomène.

Un fait très important a été mis en évidence par M. J. Perrin qui a établi que la décharge se produit alors même que les corps ne sont pas touchés par les radiations. Il suffit que les rayons traversent dans un gaz le champ électrique situé entre deux conducteurs pour que des échanges d'électricité se produisent qui ramènent ces conducteurs au même potentiel; les gaz ainsi traversés conservent, même pendant quelque temps, la propriété de décharger les corps électrisés sur lesquels on les envoie. M. Perrin a interprété ces expériences en admettant que sur leur passage les rayons de Rœntgen décomposent les molécules gazeuses en ions et il a tiré de cette hypothèse d'intéressantes conséquences. Lorsque les corps électrisés sont sur le parcours des rayons, outre le phénomène qui se produit dans le gaz et qui dépend de sa nature, il existe un phénomène qui se produit à la surface du métal au contact du gaz et qui dépend de la nature du gaz et de celle du métal.

Des expériences de M. Richarz, qui établissent que les rayons de Rœntgen agissent sur un jet de vapeur pour provoquer la formation d'un brouillard, peuvent être considérées — d'après des remarques faites à propos d'autres recherches par R. von Helmholtz — comme fournissant un nouvel argument en faveur de l'idée d'une sorte d'électrolyse de l'air produite par les rayons X. M. Wilson a montré, d'un autre côté, que les rayons aident à la condensation de la vapeur d'eau, et peut-être ces phénomènes jouent-ils un certain rôle dans l'atmosphère, quoique, d'après M. Carey Lea, il n'existe pas de rayons Rœntgen dans la lumière du Soleil.

Parmi les nombreuses théories dont quelques-unes ont été échafaudées un peu à la hâte, il en est une qui a été proposée dernièrement par M. de Heen pour expliquer la cause de la production des rayons X et qui, si elle ne peut être regardée comme l'expression exacte de la vérité, est, en tout cas, fort curieuse et suggestive. D'après cet auteur, les rayons seraient bien dus à des vibrations de l'éther de très courtes longueurs d'onde, produites par l'élévation de température considérable, mais très fugace, due au choc des molécules dans les tubes de Crookes; ces ondes éthérées très courtes, rencontrant la surface des corps, détermineraient, dans la couche d'éther qui les recouvre, des vibrations auxquelles on pourrait attribuer toutes les manifestations électriques. Ces considérations sur la nature de l'électricité et des rayons X permettent d'expliquer un grand nombre de faits, même ceux qui restent encore assez vagues, comme ceux qu'a signalés M. Lebon.

A côté des rayons X, il faut désormais placer les rayons uraniques découverts, on le sait, par M. H. Becquerel et dont ce savant a continué l'étude; il a, en particulier, dans ces derniers temps étudié la décharge des corps électrisés par ces rayons et démontré que les corps sont déchargés, quel que soit leur potentiel, depuis 1 volt jusqu'à 3.000, et que la durée de la décharge est la même pour une charge positive ou une charge négative. Un morceau d'uranium électrisé et qui resterait dans le vide se décharge spontanément dans l'air ou dans d'autres gaz suivant des lois que M. Becquerel a établies par de très élégantes expériences.

Tout se passe donc comme si les rayons uraniques possédaient, eux aussi, la propriété de rendre conducteurs les gaz qu'ils traversent, et, sans doute, ces faits se rattachent intimement aux phénomènes d'électrolyse, d'*ionisation*, des gaz étudiés par J.-J. Thomson.

IX. — Questions d'Optique.

L'Optique pure continue à donner lieu tous les ans à d'importants travaux; dans ce champ, depuis si longtemps retourné en tous sens, il reste encore des points nouveaux à étudier.

Ainsi M. Sagnac a pu, par de simples considérations géométriques, expliquer des illusions qui accompagnent la formation des pénombres et aussi des illusions qui accompagnent les défauts d'accommodation et dont quelques-unes avaient déjà été signalées et expliquées par M. Meslin. Les remarques de M. Sagnac, en dehors de leur intérêt direct, tirent une grande importance de l'application que l'on en peut faire à l'étude des rayons X; elles établissent, en effet, la cause des divergences obtenues par différents expérimentateurs dans bien des cas, et elles nous font comprendre comment l'on a pu prendre pour des franges de diffraction de simples effets d'ombre et de pénombre.

Signalons, parmi les bons travaux d'Optique effectués dans ces derniers temps, les expériences de M. Dongier sur la double réfraction du quartz par compression. Au point de vue de l'élasticité mécanique, il existe, comme l'a montré Savart, deux directions situées dans le plan des axes binaires d'un cristal de quartz et faisant avec eux des angles différents, suivant lesquelles les propriétés varient tandis que la surface d'onde n'établit aucune différence entre ces deux directions. M. Dongier s'est demandé si une même compression effectuée suivant l'une ou l'autre de ces deux directions altérerait la surface d'onde de la même façon ou d'une manière différente. L'expérience a été faite avec un prisme de quartz comprimé à des pressions de 200 atmosphères. La biréfringence se calcule à l'aide des formules de M. Gouy. L'auteur a d'abord vérifié que, comme l'avait montré M. Beaulard, la biréfringence est proportionnelle à la pression, puis il a établi qu'une même compression, dirigée suivant des sens indépendants par rapport aux axes binaires et normaux aux axes ternaires, altère d'une manière différente la biréfringence observée pour une propagation parallèle à l'axe ternaire.

Dans toutes les théories mécaniques relatives à la propagation de la lumière à l'intérieur des métaux et à sa réflexion à leur surface, il intervient deux coefficients, l'indice de réfraction et l'indice d'extinction, qui définissent complètement le milieu absorbant au point de vue optique; mais la mesure directe des indices des métaux est entourée de difficultés expérimentales considérables, surtout parce qu'il est nécessaire de prendre les métaux sous une épaisseur supérieure à une certaine limite, l'épaisseur de la couche de passage, et que les lames satisfaisant à cette condition sont presque entièrement opaques. M. Salvador Bloch est parvenu, dans un travail très remarquable, à utiliser non plus des métaux, mais des solutions optiquement métalliques, constituées par des pellicules de collodion colorées par de la fuschine, et qui lui ont fourni des résultats d'une haute valeur sur les indices de réfraction et d'extinction. L'auteur a pu ainsi faire une comparaison complète entre les valeurs directement mesurées de ces indices et leurs valeurs théoriques, c'est-à-dire celles que l'on peut déduire des paramètres de réflexion.

X. — Congrès, Expositions.

L'une des causes qui ont, de toute évidence, le plus contribué dans ce siècle aux progrès des sciences expérimentales, est la facilité qu'ont apportée les Congrès et les Expositions à l'échange des idées entre les savants de divers pays.

Depuis un an plusieurs manifestations scientifiques de ce genre se sont produites, dont les résultats furent fructueux.

L'Exposition de Genève a permis d'examiner d'importantes et nouvelles applications de l'énergie électrique, au sujet desquelles la *Revue générale des Sciences* a déjà donné tous les détails nécessaires. Mais il importe de signaler ici les décisions prises par le Congrès international des Électriciens qui s'est tenu à Genève du 4 au 9 août 1896.

Le Congrès s'est occupé des unités magnétiques, et, adoptant les conclusions d'un savant rapport de M. Hospitalier, a émis le vœu que les unités magnétiques C. G. S. fussent adoptées comme unités pratiques, et que, conformément aux propositions faites en 1894 par l'*American Institut of Electrical Engineers*, on désignât par des noms de physiciens les unités de champ, d'induction et de réluctance.

Mais la discussion la plus importante peut-être a porté sur les unités photométriques. On sait qu'en 1889 le Congrès des Électriciens a adopté définitivement comme unité pratique de lumière la vingtième partie de l'étalon Violle; mais cette décision n'était pas suffisante pour répondre à tous les besoins de la pratique, et le Congrès de Genève a complété l'œuvre commencée en acceptant dans leur ensemble les propositions d'un physicien Français, tout particulièrement compétent dans cet ordre de questions, M. Blondel, lequel, depuis plusieurs années, a cherché à établir un système rationnel et complet de définitions des grandeurs et des unités qui peuvent intervenir dans les études photométriques.

Les grandeurs photométriques internationales définies ont pour base l'intensité lumineuse d'une source ponctiforme; on distingue l'intensité, le

flux, l'éclairement, l'éclat et l'éclairage, dont les unités sont la bougie décimale, le lumen, le lux, la bougie décimale par centimètres carrés et le lumen-heure. Il est fort à désirer que ces décisions rationnelles soient adoptées par tous les physiciens, comme elles l'ont été par les électriciens.

S'il n'y a pas eu en France de réunion internationale comme celle de Genève, en revanche deux Sociétés qui ont, chacune dans un genre différent, singulièrement contribué aux progrès de la Physique dans ce pays, ont, l'une et l'autre, installé des expositions particulières dont il convient de faire mention.

Les 23 et 24 mai 1896, la Société internationale des Électriciens a, sur l'initiative de son ancien et éminent président, M. Potier, organisé une exposition d'électricité appliquée aux usages domestiques, médicaux et scientifiques. L'exposition ne renfermait peut-être pas d'appareils reposant sur des principes entièrement nouveaux, mais, en revanche, une foule de perfectionnements dont les détails ont été mis pour la première fois en évidence, et l'on peut sans paradoxe prétendre que l'on trouve dans cette absence même d'invention, venant modifier complètement tel ou tel procédé d'application, la meilleure preuve que l'industrie électrique est entrée aujourd'hui comme ses aînées dans la phase des résultats définitifs et a atteint un équilibre parfaitement établi.

Plus récemment, les 23 et 24 avril derniers, la Société Française de Physique a tenu ses séances annuelles de Pâques, accompagnées, comme on sait, d'une exposition que son habile secrétaire général, M. Pellat, sait rendre de plus en plus intéressante toutes les années. Outre des appareils ou des expériences se rapportant à un grand nombre des travaux dont nous avons précédemment parlé, on remarquait plus particulièrement des appareils comme le pendule de M. Guillaume, le beau goniomètre de M. Carvallo, les instruments imaginés par M. Cailletet pour puiser de l'air aux hautes régions de l'atmosphère, et aussi de nombreux instruments destinés aux mesures électriques; c'est ainsi que l'on peut citer : le galvanomètre, absolument astatique et à grande sensibilité, de M. Broca, les enregistreurs et autres appareils de mesures pour courants continus ou alternatifs, de MM. Arnoux et Chauvin, l'électromètre absolu de MM. Pérot et Fabry, qui a permis déjà à ces physiciens d'obtenir des mesures intéressantes, celles relatives au coefficient de viscosité de l'air, par exemple.

On sait l'importance exceptionnelle acquise depuis quelques années par les courants alternatifs; ils attirent aujourd'hui autant l'attention des industriels que celle des théoriciens, mais l'étude expérimentale de leurs éléments est bien moins avancée que celle des courants continus; aussi un grand intérêt d'actualité s'attache-t-il aux appareils de mesure combinés pour leur étude. A l'exposition de la Société de Physique deux oscillographes attiraient plus particulièrement l'attention : l'oscillographe double à vision directe, bien connu, de M. Blondel, et l'oscillographe de MM. Abraham et Carpentier, où l'on réalise d'une manière bien ingénieuse une proportionnalité parfaite à chaque instant entre la déviation de l'équipage mobile d'un galvanomètre et l'intensité du courant que l'on veut enregistrer, en faisant intervenir des circuits auxiliaires dans lesquels se produisent des courants induits convenablement réglés. Avec des instruments de ce genre ou avec l'excellente méthode électro-chimique proposée il y a quelques années par M. Janet, on se trouve maintenant en mesure d'aborder expérimentalement un grand nombre de questions qui ne sont point encore résolues.

C'est précisément vers des recherches de cette catégorie, attenant à la fois à la science pure et à l'application pratique, que se sont portés depuis un an, comme on vient de le voir, beaucoup des efforts qui ont été le mieux récompensés par le succès. Des travaux accomplis avec toute la rigueur de la méthode expérimentale, dirigés dans un esprit entièrement scientifique, ont conduit à des applications importantes, par exemple les recherches sur l'arc électrique ou encore les expériences sur les phénomènes de résonance dont nous avons parlé; et ce sera l'un des caractères les plus marquants du mouvement scientifique à notre époque que cette fusion, de plus en plus intime, entre la théorie et la pratique. Les recherches plus purement spéculatives ne sont point d'ailleurs négligées pour cela, l'on en trouverait une preuve dans ces mémoires de Thermodynamique que nous avons analysés, ou dans ces essais si heureux tentés pour combler le dernier vide qui séparait encore l'Électricité et l'Optique et qui contribuent les uns et les autres d'une large façon au progrès de la Philosophie naturelle.

On le voit donc, si, depuis un an, la Physique n'a point vu naître de découvertes retentissantes, en revanche bien des positions antérieurement conquises ont été fortifiées, et ces derniers mois ont apporté une part qui n'est pas négligeable à l'œuvre scientifique du siècle. Aussi bien, la science marche-t-elle si vite de nos jours qu'il n'est peut-être point inutile qu'elle ralentisse parfois un peu sa marche pour attendre les savants.

Lucien Poincaré,
Chargé de cours à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

L'ÉTAT ACTUEL
DE LA CULTURE DES PLANTES OLÉAGINEUSES HERBACÉES
EN FRANCE

Parmi les nombreuses plantes oléagineuses herbacées, quelques-unes seulement peuvent être cultivées avec profit sur notre territoire, ce sont : le *colza*, le *pavot-œillette*, la *navette* et la *cameline*. (Le *lin* et le *chanvre* sont plutôt considérés comme plantes textiles et seront l'objet, plus tard, d'une monographie spéciale.)

Quoique notablement plus restreinte et d'un caractère moins général que l'exploitation des céréales, des plantes fourragères et des racines, la culture des végétaux oléagineux en France fournit des valeurs importantes. Elle alimente de graines les huileries, principalement dans la région du Nord et ces usines laissent des résidus connus sous le nom de *tourteaux*, qui jouent dans l'économie agricole un rôle considérable, soit comme aliment pour le bétail, soit comme engrais.

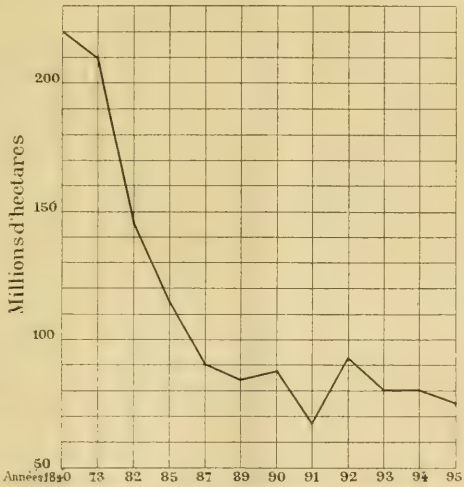


Fig. 1. — *Diagramme montrant les variations dans la superficie cultivée en plantes oléagineuses herbacées de 1840 à 1895.*

Cette culture des plantes oléagineuses est aujourd'hui dans une situation assez précaire; malgré le perfectionnement des progrès culturaux en vue d'obtenir des rendements plus élevés, l'étendue consacrée à ces plantes a beaucoup diminué dans ces dernières années. C'est ce que montre le graphique de la figure 1, établi d'après des chiffres fournis par le *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*.

Cette décadence s'explique facilement par l'importation toujours croissante des graines étrangères à bas prix et par l'emploi, de plus en plus répandu, des huiles d'olive dans l'alimentation, des essences minérales, du gaz et même de l'électricité dans l'éclairage.

Il faut aussi joindre à ces causes de dépréciation l'entrée en franchise des graines oléagineuses étrangères qui pèsent sur les cours et diminuent les prix de vente.

Le graphique de la figure 2 (p. 426) montre les variations des prix des graines oléagineuses de 1820 à 1896.

I. — Colza.

Le colza (famille des Crucifères) est, pour les contrées tempérées, la plante oléagineuse d'une culture très ancienne qui produit le plus de graines. La graine du colza fournit 25 à 35 °/₀ d'une huile claire, jaune, à odeur forte, employée surtout pour l'éclairage. Ses tourteaux sont un excellent aliment pour les bêtes bovines, mais en France on préfère les réserver comme engrais. La paille, de faible qualité, est employée comme litière.

§ 1. — Variétés.

On utilise deux variétés culturales : le *colza d'hiver* ou *colza froid*, qui est le plus communément cultivé, et le *colza de printemps* ou *colza chaud*, beaucoup moins important, surtout moins productif et qui n'est guère employé que pour remplacer le colza d'hiver détruit par les gelées.

§ 2. — Exigences culturales.

Le colza réussit particulièrement dans les bonnes terres à froment, substantielles, suffisamment ameublies et bien fumées. L'élément calcaire lui est des plus favorables; l'humidité des terres tenaces non assainies lui nuit extrêmement; en

Tableau I. — Eléments pris au sol.

	GRAIN	PAILLE	TOTAL
	kilos	kilos	kilos
Azote par hectare. . .	78	31	109
Acide phosphorique. .	41	13	54
Chaux	14	63	77
Potasse.	24	61	85

sols marécageux on ne récolte qu'une graine légère, pauvre en huile et dépréciée sur le marché.

Le colza met fortement le sol à contribution, comme le montrent les chiffres empruntés à MM. Muntz et Girard, que résume le tableau I.

L'importance de ces prélèvements, la faible ramification des racines, la rapide croissance de la plante, obligent à offrir au colza une terre bien pourvue d'éléments nutritifs facilement absorbables. Aussi lui accorde-t-on la tête de la rotation et d'abondants engrais. Habituellement on fait grand emploi du fumier de ferme; on préconise beaucoup le parcage des moutons. Le guano et le nitrate de soude, la poudrette, les tourteaux, les engrais de poisson, les engrais liquides, sont d'un excellent emploi pour le colza. En Flandre, la plantation est souvent précédée par une fumure de 30.000 kilos de fumier ou par l'application de 1.800 kilos d'engrais flamand. Le chaulage est à recommander dans les sols pauvres en calcaire.

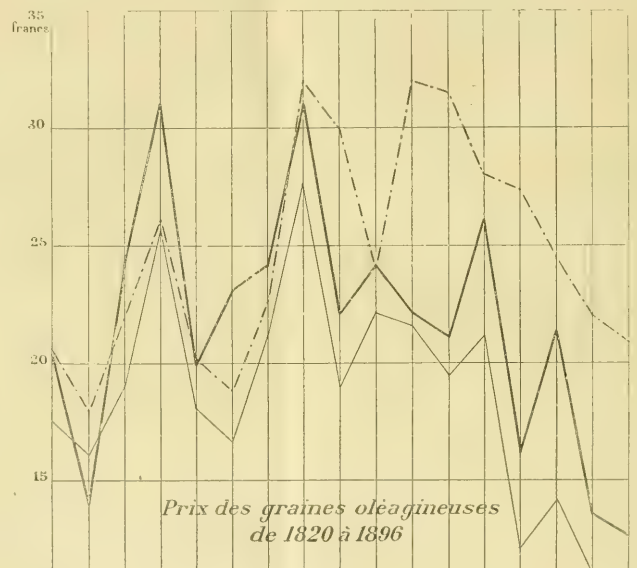


Fig. 2. — *Prix de diverses graines oléagineuses de 1820 à 1896.*

§ 3. — Semailles.

On sème le colza en place ou en pépinière. A ne considérer que la main-d'œuvre et les frais de culture, les semis pourraient paraître plus économiques que la transplantation; mais il n'en est pas toujours ainsi quand on compare les deux méthodes dans l'ensemble de leurs résultats. Les semis en pépinière sont plus facilement protégés contre l'*altise*, les vides sont moins à craindre dans l'emblavure, la préparation du sol pour la plantation peut être plus complète, car elle peut se faire pendant la croissance des plantes en pépinière. Ces avantages sont d'autant plus sérieux que les semis en place exigent des soins d'entretien plus nombreux pour être tenus nets de mauvaises herbes.

Le colza que l'on destine à la transplantation doit être semé vers la fin de juillet, dans un sol bien ameubli et richement fumé. Un hectare de pépinière fournit les plants nécessaires à la plantation d'une surface cinq à six fois plus grande.

On commence le repiquage vers la mi-septembre au plantoir ou à la charrue. Le mode à adopter est une question de prix et d'abondance de la main-d'œuvre, mais la plantation à la charrue est presque seule possible en grande culture. Les plants sont placés à une distance de $0^m,40$, sur rang de $0^m,20$ à $0^m,25$.

Les semis en place ou à demeure sont les plus fréquents parce qu'ils sont moins dispendieux, lorsqu'on opère dans une terre bien préparée et bien fumée.

On sème volontiers après jachère, trèfle ordinaire ou mélange de fourrages; la conduite à tenir est indiquée par le temps et par les circonstances.

Il faut faire les semis de bonne heure, dès le mois de septembre; on sème à la volée ou en lignes. Dans ce dernier cas, les binages et sarclages ultérieurs sont facilités; on réserve de 25 à 40 centimètres entre les lignes, suivant que l'on veut se servir de la houe à main ou de la houe à cheval.

§ 4. — Travaux d'entretien.

On éclaircit les semis en lignes de bonne heure parce que les plants superflus nuisent aux plants conservés. On conserve les plus beaux plants à une distance de 0m,25 à 0m,30. Avant l'hiver on donne un binage; le deuxième est exécuté à l'entrée du printemps. Un troisième est quelquefois indispensable pour la destruction des mauvaises herbes.

Pendant sa végétation le colza est attaqué par divers insectes qui occasionnent souvent des dégâts notables. Tout d'abord, il faut mentionner l'*altise* ou *puce de terre*, qui fait, dans certaines années, le désespoir des cultivateurs en s'attaquant aux jeunes semis. On prévient ses ravages par l'épandage d'un mélange de chaux pulvérulente et de cendres. Vient ensuite le *charançon du colza* qui s'attaque aux siliques, mais qui est fort heureusement très rare. Enfin, le *Meligethes*, petit coléoptère, dévore les étamines et fait avorter les fleurs. Il a causé des ravages considérables dans le Pas-de-Calais en 1895.

Les autres insectes ont peu d'importance; nous les passerons sous silence.

§ 5. — Récolte.

Le colza est arrivé à maturité quand les graines sont devenues brunes; cela arrive vers la mi-juillet dans la région du Nord. Il importe, dès qu'on a commencé la récolte, d'opérer avec diligence, car l'égrenage est facile.

On choisit de préférence le matin pour faire la coupe, qui se pratique à la faucille. Les javelles sont réunies en meulons coniques, mais dans maintes localités elles restent sur le sol jusqu'à l'époque du battage, que l'on exécute fréquemment sur place. Les tiges, déposées sur une toile, sont battues au fléau ou avec des gaules. Le nettoyage n'a lieu que lorsque la dessiccation des graines est parfaite; il faut conserver les produits le moins longtemps possible, car l'échauffement est inévitable.

§ 6. — Rendements.

Les rendements varient suivant le mode de culture; ils sont moins forts pour le colza semé à demeure que pour le colza repiqué. En moyenne, on obtient de 25 à 30 hectolitres par hectare.

En France, le rendement moyen s'est élevé en 1895, à 15 hectol. 55 par hectare. Les moyennes les plus élevées sont fournies par la Marne, 25 hectolitres, le Nord, l'Oise, l'Aisne, 23 hectolitres. La production totale a été en 1895 de 817.589 hectolitres pour une surface de 52.584 hectares. L'étendue consacrée en France à la culture du colza va toujours en se restreignant depuis quelques années, ainsi que le montre le graphique de la figure 3, qui donne non seulement la superficie cultivée, mais encore la production correspondante.

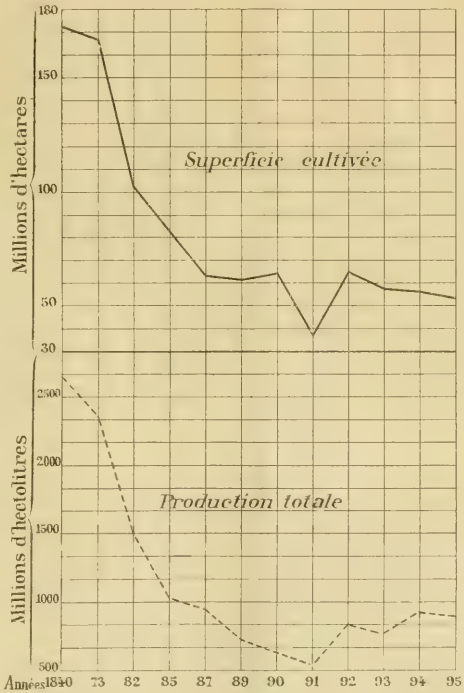


Fig. 3. — *Culture du Colza en France de 1840 à 1895.*

Tandis qu'en 1840 le colza occupait 173.500 hectares ayant une valeur de 51.127.000 fr., en 1893, cette étendue se réduisait à 168.000 hectares; en 1882, elle tombait à 105.000 hectares et, enfin, en 1895, le colza était restreint à 52.584 hectares ayant une valeur de 15 millions 331.932 francs.

Les circonstances économiques ont, en effet, eu raison de cette culture. Le quintal de colza, qui valait de 35 à 40 francs en 1865, a diminué de plus de moitié. En 1896, le cours est tombé au prix tout à fait misérable de 18 à 19 francs le quintal, soit 12 à

Tableau II. — Production de 4 départements.

DÉPARTEMENTS	HECTARES CULTIVÉS en 1852	HECTARES CULTIVÉS en 1895
Calvados	26.981	11.890
Seine-Inférieure . .	16.123	10.796
Eure	6.045	1.335
Saône-et-Loire . .	11.904	3.141

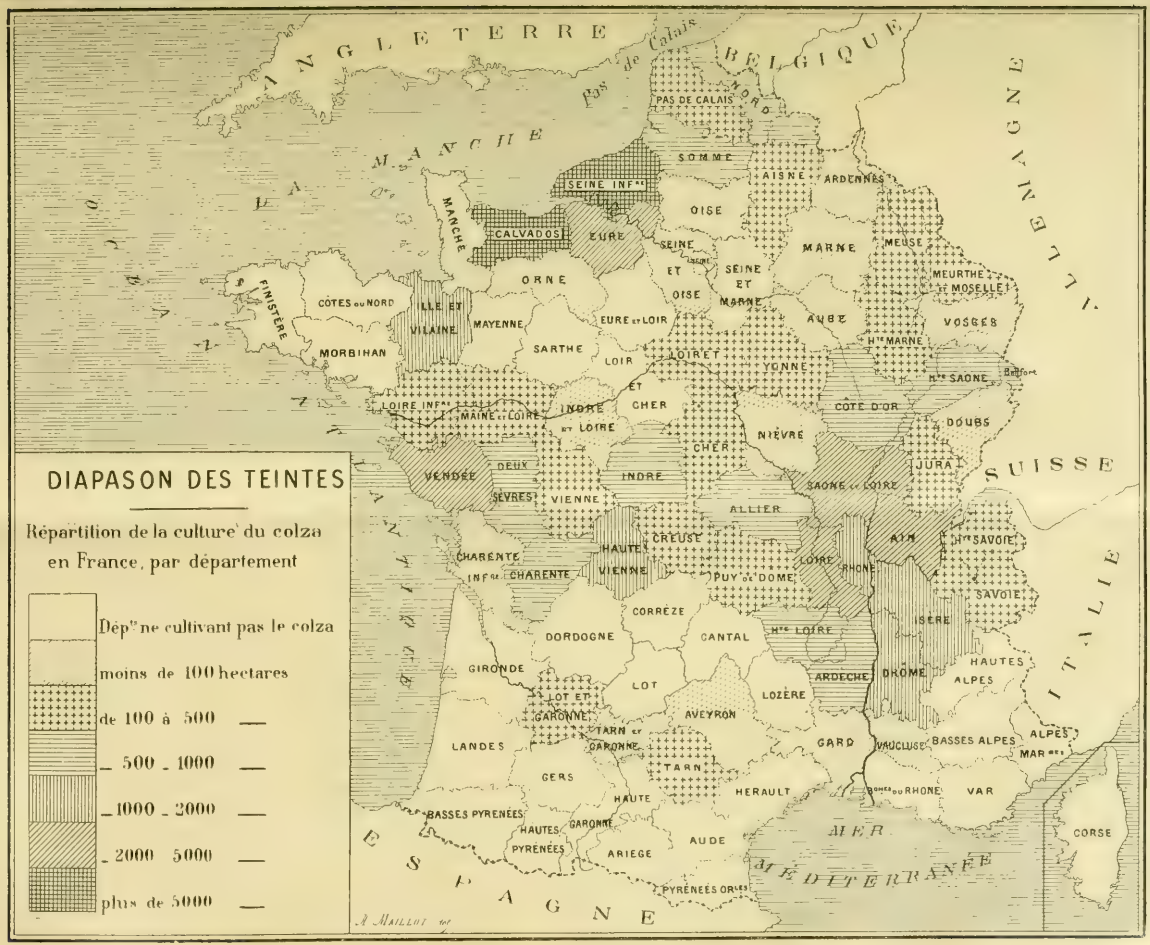


Fig. 4. — *Carte montrant la répartition par département de la culture du Colza en France.*

13 francs l'hectolitre. Les départements qui, à l'heure actuelle, cultivent le plus de colza, sont ceux du Calvados, de la Seine-Inférieure, de l'Eure et de Saône-et-Loire (fig. 4).

Le tableau II résume pour ces départements les surfaces ensemencées en 1852 et en 1895.

A l'étranger, la culture du colza a diminué d'une manière très sensible. En Belgique les statistiques accusent qu'elle occupait :

En 1846. . . . . 26.098 hectares.
En 1880. . . . . 6.427 —

Aujourd'hui on ne lui consacre plus qu'une surface très faible.

En Europe, la Hongrie tient le premier rang avec 90.833 hectares et une production totale de 841.258 hectolitres ; viennent ensuite la Roumanie, 90.000 ; l'Angleterre, environ 25.000 hectares, et le Danemark 466 hectares. En Russie, la culture du colza est limitée à quelques départements.

§ 7. — Commerce avec l'Etranger.

La graine de colza donne lieu à un certain commerce d'importation et d'exportation. Le tableau III indique les quantités et valeurs de ces opérations pour les quatre dernières années.

Tableau III. — Importations et Exportations.

ANNÉES	IMPORTATIONS		EXPORTATIONS	
	Quantités	Valeur	Quantités	Valeur
	quintaux	francs	quintaux	francs
1892. . . .	224.943	6.073.478	46.370	1.298.374
1893. . . .	1.041.938	28.132.342	33.062	925.757
1894. . . .	112.286	3.031.736	25.690	719.338
1895. . . .	345.112	0.318.024	13.411	375.508

Comme on le voit, le chiffre des importations est bien supérieur à celui des exportations, dont la valeur décroît de plus en plus.

II. — Œillette.

Sous le nom d'*œillette* ou *oliette* on désigne une variété du pavot somnifère cultivée pour sa graine comme plante oléagineuse.

De Candolle pense que le pavot actuel de nos cultures a pu venir d'Asie-Mineure, où il était déjà connu il y a au moins trois mille ans. En France, cette culture prit naissance vers la fin du XVIIIe siècle, mais elle n'y acquit un certain développement qu'après la réussite des démarches de l'abbé Rozier, pour faire annuler les sentences du Châtelet qui interdisait la vente de l'huile de pavot, considérée comme pernicieuse pour la santé humaine. Elle atteignit son plein essor dans les périodes qui suivirent les hivers rigoureux de 1820, 1855, pendant lesquels les oliviers furent complètement détruits sur de nombreux points de la région méditerranéenne. La Société Centrale de Paris lui imprima une impulsion remarquable, en proposant des prix de 1.000 et 2.000 francs aux cultivateurs qui la pratiqueraient dans les localités où elle était encore inconnue.

L'huile d'œillette, désignée sous le nom d'*huile blanche*, est d'une saveur agréable très digestible ; elle a été employée longtemps à l'exclusion de toute autre en France et dans l'Europe septentrionale. Aujourd'hui elle trouve de redoutables concurrents dans les huiles d'olive et d'arachide.

Le tourteau est un résidu important de fabrication, très estimé pour l'alimentation des bovidés et des ovidés.

Les tiges qui restent après le battage sont des matières encombrantes et de peu de valeur ; on les utilise comme combustible ou comme litière associées aux pailles de céréales.

§ 1. — Variétés.

On cultive deux variétés d'œillette : le *pavot œillette ordinaire* à capsules déhiscentes ; le *pavot aveugle* qui se distingue par ses capsules qui restent operculées à la maturité. La première variété a surtout de l'importance ; c'est la seule qui soit réellement adoptée pour la culture.

§ 2. — Exigences culturales.

Comparée à celle du colza, la culture de l'œillette offre quelques particularités à mentionner. A son avantage, il faut, par exemple, signaler que, se semant au printemps, la plante échappe aux risques de l'hiver et laisse plus de latitude pour la préparation du sol. Par contre, les soins d'entretien sont plus nombreux et la récolte demande plus de précautions.

La nature du sol joue un rôle considérable. Il faut à l'œillette un sol profond, substantiel, bien ameubli. Le diluvium argilo-calcaire, que l'on trouve sur de vastes surfaces dans la région du nord, offre toutes les conditions requises. La plante occupe toujours la tête de l'assolement ; on la sème souvent après le trèfle, quelquefois après l'orge ou la féverole. C'est un bon précédent pour le froment.

En ce qui concerne les apports de matières fertilisantes à faire au sol, il faut remarquer tout d'abord que l'œillette met fortement la terre à contribution, car elle est épuisante ; elle ne saurait donner de produits rémunérateurs dans les sols où la préparation mécanique et chimique laisse à désirer. Les grandes exigences de la plante sont montrées par les chiffres se rapportant au produit d'un hectare (Tableau IV, page 431).

Fig. 5. — *Carte montrant la répartition par département de la culture de l'Œillette en France.*

On peut voir que l'azote et l'acide phosphorique ont une grande influence dans cette culture, influence mise en relief par les expériences de

Tableau IV. — Quantité d'éléments pris au sol.

	1.000 kilos de GRAINES	2.000 kilos de PAILLE	TOTAL
	kilos	kilos	kilos
Cendres	52	131	183
Acide phosphorique	16	5	21
Potasse	7	51	58
Chaux	18,4	39,6	58
Azote	28	21	49

M. Pagnoul, Directeur de la Station Agronomique d'Arras.

Les résultats obtenus par M. Pagnoul sont consignés dans le tableau V.

Tableau V. — Influence de l'Azote et du Phosphore sur le rendement.

NATURE DE L'ENGRAIS	POIDS de plantes
	grammes
Sans engrais	0,5
Engrais complet à azote ammoniacal	76,3
— nitrique	100
— à phosphate naturel	2,8
— à superphosphate	87,8
Engrais sans phosphate	2,8
— azote	7,4
— potasse	92,9

Les différences sont assez sensibles pour ne laisser aucun doute sur les conclusions.

Il semble résulter, au point de vue de la pratique culturale, qu'il faut fournir à l'œillette de fortes

Tableau VI. — Influence des Engrais sur le rendement.

NATURE DE L'ENGRAIS	RENDEMENT à l'hectare
	hectolitres
Sans engrais	13
Engrais complet à azote nitrique	24,5
Nitrate de soude	20
Tourteau de colza	16,5
Engrais sans potasse	22
— azote	16
— acide phosphorique	15,2

doses de superphosphates, que la plante réclame beaucoup d'azote dans la dernière période de sa végétation et que, cependant, l'azote nitrique semble plus favorable que l'azote ammoniacal.

Dans d'autres expériences faites à l'Ecole d'Agriculture du Pas-de-Calais, nous avons obtenu les mêmes résultats que M. Pagnoul (Tableau VI).

Etant donnée la courte durée de végétation de l'œillette, nous devons conclure à la nécessité de fournir avant les semailles de fortes fumures azotées au sol destiné à la culture de cette plante. Le fumier de ferme est presque toujours l'engrais le plus avantageux, mais il doit être souvent complété par des engrais spéciaux, tels que les tourteaux, les superphosphates et le nitrate de soude. On peut ensuite obtenir sans fumure une bonne récolte de froment.

Il faut à l'œillette une terre parfaitement ameublie: les cultivateurs du Pas-de-Calais attachent une grande importance à l'émiettement parfait de la surface du sol tout en laissant le fond ferme, probablement dans le but de permettre aux plantes d'avoir une grande stabilité et de mieux résister aux vents violents.

§ 3. — Semailles.

Le choix de la graine a une importance considérable. On arriverait certainement à accroître les produits par une sélection soignée faite au moment de la récolte, en prenant les porte-graines parmi les pieds les mieux constitués, présentant des capsules grosses et bien fournies d'ovules. En opérant ainsi, nous sommes arrivé à produire des sujets d'élite.

On sème de fin février au 15 avril dans la région du Nord; on fait les semis échelonnés pour faciliter les binages. On opère à la volée ou en lignes. La première méthode est encore la plus suivie, mais on aurait grand profit, en cette période de crise où il est nécessaire d'abaisser le prix de revient, à adopter partout les semis en lignes, qui rendent les binages plus économiques.

§ 4. — Soins d'entretien.

L'œillette a une jeunesse longue; la végétation est souvent retardée par l'action des vents du nord. On donne le premier binage dès que les jeunes plantes se distinguent facilement des herbes spontanées. C'est là une opération importante, et de sa bonne exécution dépend la réussite de la récolte. Le deuxième binage peut se donner quelques jours plus tard en même temps que l'éclaircissage; il n'exige plus les mêmes précautions. Un troisième binage est souvent nécessaire, mais il n'est pas indispensable.

A partir du troisième mois, la croissance de l'œillette est rapide et, vers la mi-août, la maturité est assez avancée pour qu'on puisse faire la récolte.

Les ennemis sont peu nombreux; le ver blanc est le seul insecte qui cause des dégâts appréciables dans certaines années. Les influences atmosphériques agissent plus ou moins favorable-

ment; les étés secs et chauds sont à redouter, ainsi que les grands vents qui provoquent l'égrenage.

§ 5. — **Récolte.**

On entreprend l'arrachage lorsqu'il y a environ un quart de capsules bien ouvertes. Cette opération réclame beaucoup de main-d'œuvre et doit être faite avec précaution. Les plants arrachés sont réunis en petites bottes serrées par un lien et dressées ensuite sur le sol en faisceaux pour faciliter le séchage. Après dix à douze jours, on peut dégager la graine. Le battage se fait sur le champ, en frappant les poignées l'une contre l'autre au-dessus d'une toile chargée de recueillir la graine.

§ 6. — **Rendements et Etendue cultivée.**

Le produit varie avec la nature et la richesse du sol, et le mode de culture. On peut récolter par hectare jusqu'à 25 et 40 hectolitres de graines, mais c'est là un chiffre élevé, si on le compare à la moyenne obtenue dans ces dernières années pour l'ensemble des départements producteurs :

1892. .	9	hectol.	88
1893. .	14	—	89
1894. .	10	—	03
1895. .	8	—	36

Les rendements sont particulièrement élevés pour les départements du Nord (moyenne, en 1895, 15 hectolitres), de l'Oise (20 hectolitres), et sensiblement inférieurs à la moyenne dans le Pas-de-Calais (moyenne, en 1895, 5 hectol. 10); ils sont, d'ailleurs, très variables dans la plupart des départements, d'une année à l'autre (Pas-de-Calais, 15 hectolitres en 1892, 5 hectol. 10 en 1895).

La récolte totale annuelle varie de 115 à 150.000 hectolitres; elle fut, en 1895, de 116.955 hectolitres sur une étendue de 13.200 hectares.

En France, l'œillette est cultivée dans dix-sept départements ; ceux de la région du Nord lui consacrent la plus grande étendue (fig. 5, p. 430).

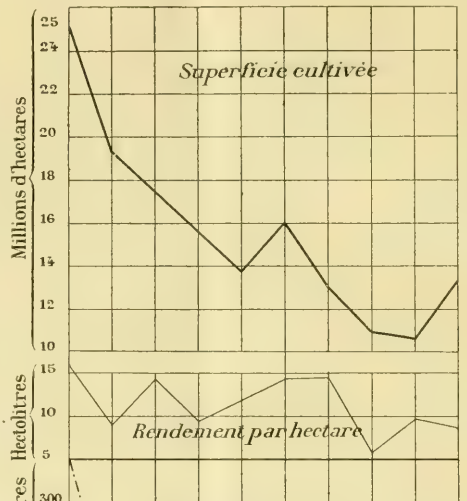


Fig. 6. — *Graphique montrant l'état de la culture de l'Œillette en France de 1882 à 1895.*

Le tableau VII énumère les surfaces ensemencées, en 1895, dans le Pas-de-Calais, la Somme et le Nord.

La production de l'œillette n'a pas cessé de décroître en France depuis quelques années ; c'est ce que montre le graphique de la figure 6, qui donne non seulement la superficie, mais encore la production totale et le rendement moyen par hectare.

La superficie cultivée est passée de 25.000 hectares en 1882, à 11.000 hectares en 1894 [1]. Cette diminution reconnaît pour causes : l'importation toujours croissante des huiles et graines étrangères, la faveur dont jouissent les huiles d'olive sur le marché français, et la multiplication, sur une grande échelle, des plantations d'olivier en Algérie et en Tunisie. La culture subit durement le contre-coup de la crise; il est, en effet, très difficile aux cultivateurs de remplacer l'œillette par autre chose, car ils n'ont pas d'autres plantes sarclées rémunératrices.

Tableau VII. — Production maximum de trois départements.

DÉPARTEMENTS	HECTARES cultivés	HECTOLITRES par hectare	PRODUIT TOTAL en hectolitres
Pas-de-Calais	7.070	5,10	36.057
Somme.	4.763	12,94	61.626
Nord	710	15,00	10.650

§ 7. — **Commerce avec l'Etranger.**

Nos exportations sont sans importance, étant donnée la faiblesse de la production indigène.

[1] En 1895, on constate une légère recrudescence, probablement en raison de la crise betteravière.

Quant aux importations, bien que les graines d'œillette soient exemptes de tous droits de douane,

Tableau VIII. — Commerce de l'œillette avec l'Etranger.

ANNÉES	EXPORTATIONS en quintaux	IMPORTATIONS en quintaux
1890	1.453	138.774
1891	7.911	180.163
1892	6.592	516
1893	1.799	520
1894	135	1.099
1895	289	1.145

au même titre que les autres graines et fruits oléagineux, elles sont devenues d'une année à l'autre presque insignifiantes, ainsi que le montrent les chiffres ci-dessus de notre tableau VIII empruntés au *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*.

III. — Navette.

La navette, d'après de Candolle, est un navet à racine grêle, chez lequel les matières nutritives, au lieu de s'accumuler dans la racine, vont se déposer dans les graines.

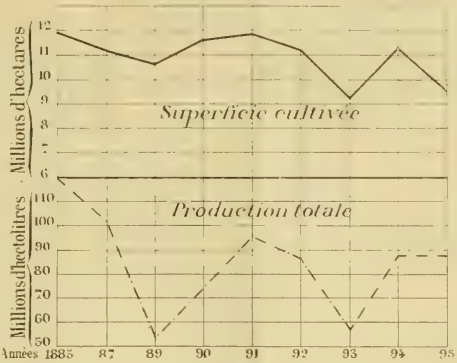


Fig. 7. — *Culture de la Navette en France de 1885 à 1895.*

Les graines de la navette sont d'une teinte plus claire, elles sont plus petites et d'aspect moins huileux que celles du colza; leur huile est propre aux mêmes usages. Le commerce n'établit pas de différence entre le tourteau de navette et celui du colza: tous les deux se vendent le même prix.

Il semblerait, au premier abord, que la navette présente peu d'intérêt au point de vue agricole, puisqu'elle est inférieure au colza et qu'elle sert aux mêmes usages; mais on remarque que ces deux crucifères peuvent se remplacer dans des situations différentes. Sous les climats rigoureux et dans les sols secs, la navette est incontestablement supérieure au colza; c'est ainsi que la culture de cette plante a pris une certaine importance dans l'Est (départements du Jura, de Saône-et-Loire et de l'Ain). La figure 8 (page 434), montre la répartition de la culture de la navette en France en 1895.

On utilise deux sous-variétés : la *navette d'hiver* et la *navette de printemps*. Cette dernière n'offre qu'un seul avantage, celui d'être semée tard au printemps et de mûrir encore de bonne heure à l'automne. Cette propriété la fait rechercher pour remplacer une céréale d'hiver ou de printemps, une plante oléagineuse quelconque mal venue. En dehors de ces circonstances particulières, on lui préfère toujours la navette d'hiver, qui est plus productive.

La navette reste plus petite que le colza et souffre moins que lui des gelées, de la sécheresse, ainsi que des ravages de l'altise. Moins exigeante, on la sème avec une sécurité relative dans les sols légers, surtout s'ils sont calcaires; toutefois, nous pouvons ajouter qu'elle ne donne de pleins produits qu'en terres bien traitées. Les détails dans lesquels nous sommes entrés au sujet des engrais, de la place à assigner au colza dans la rotation, de la préparation du sol, sont applicables à la navette.

La plante ne supporte pas le repiquage. On la sème à demeure, à raison de 6 à 8 kilos de graines par hectare, en lignes espacées de 0m,15 à 0m,35, et on l'éclaircit dès qu'elle a formé sa cinquième ou sixième feuille. On peut se servir d'une herse plus ou moins énergique, suivant l'importance du travail que l'on désire obtenir dans les semis à la volée.

L'époque de la récolte est indiquée par le desséchement des feuilles, le jaunissement des tiges et des siliques inférieures; elle se fait de la même façon que celle du colza.

§ 1. — Rendements et étendue cultivée.

En raison du peu de soins qu'on apporte dans la culture, les rendements sont en général très faibles. Ils peuvent atteindre 35 hectolitres par hectare et ne devraient jamais être inférieurs à 15 hectolitres. La statistique accuse pourtant des rendements moins élevés.

En 1895, le rendement moyen en France a été de 8 hectol. 71 par hectare. Le département de Saône-et-Loire, qui vient en première ligne, au point de vue de la superficie consacrée à la navette, accuse un rendement de 6 hectol. 30.

Pour l'ensemble de notre pays on constate que les vingt-sept départements qui se sont livrés en 1895 à la culture de la navette ont produit un total de 86.868 hectolitres sur une étendue de 9.977 hectares.

Les départements qui consacrent à la navette la

Fig. 8. — *Carte montrant la répartition par département de la culture de la Navette en France.*

plus grande étendue sont : Saône-et-Loire, Ain, Jura et Côte-d'Or. Le tableau IX montre pour ces départements les étendues ensemencées en 1895.

Tableau IX. — Départements où le rendement est supérieur.

DÉPARTEMENTS	HECTARES CULTIVÉS	PRODUCTION TOTALE en hectolitres
Saône-et-Loire . .	1.964	12.375
Ain	1.643	14.787
Jura	1.392	16.356
Côte-d'Or.	1.035	5.302

Le diagramme de la figure 7 (page 433) indique les variations dans la superficie cultivée et le rendement total en France de 1885 à 1895. Comme on peut le voir, la culture de cette plante oléagineuse reste à peu près stationnaire.

(Dans les statistiques étrangères la navette figure avec le colza.)

§ 2. — Commerce avec l'Etranger.

La navette est aujourd'hui l'objet d'un commerce spécial assez important, mais beaucoup plus faible que celui du colza. Pour la France les importations et exportations sont résumées dans le tableau X.

Tableau X. — Importations et Exportations.

ANNÉES	IMPORTATIONS en quintaux	EXPORTATIONS en quintaux
1892	64.213	»
1893	13.934	1.162
1894	12.414	469
1895	262.546	473

Contrairement aux importations, les exportations sont devenues d'une année à l'autre presque insignifiantes.

IV. — Cameline.

La cameline (improprement *camomille*) a presque disparu de la culture française. Les petites graines de cette plante annuelle renferment environ 30 % d'une huile à brûler, moins fumeuse et répandant moins d'odeur que celle du colza ; on l'emploie également à la fabrication des savons. Le tourteau, à odeur d'ail, n'est employé que comme engrais. Les tiges étaient autrefois très recherchées pour la fabrication des balais.

Outre la *cameline ordinaire*, on connaît la *cameline majeure*, plus hâtive, plus vigoureuse et plus productive.

Plante des climats brumeux et des sols légers, elle prend, surtout dans la petite culture de la région du Nord, la place des colzas détruits par l'hiver, celle du lin ou de l'œillette manqués. Elle ne se sème en effet qu'en mai ou même plus tard, à la volée, à raison de 7 à 8 litres de graines par hectare. Cette plante a sensiblement les mêmes exigences que l'œillette en ce qui concerne la fumure et les soins d'entretien.

La récolte a lieu en septembre, lorsque les silicules jaunissent. On arrache ordinairement les plantes, qui, après 15 à 20 jours de séchage, sont rentrées et battues au fléau.

On obtient par hectare de 15 à 20 hectolitres de graines pesant 65 à 70 kilos et 1.500 à 2.000 kilos de paille. Le rendement moyen en France a été, en 1895, de 8 hectol. 93 par hectare. La récolte totale annuelle varie entre 10 et 15.000 hectolitres; elle fut, en 1895, de 9.421 hectolitres pour une surface de 1.055 hectares.

La cameline n'est plus cultivée en France que dans sept départements, dans lesquels elle occupait dans ces dernières années la surface qu'énumère le tableau XI.

Tableau XI. — État de la culture de la cameline en France.

DÉPARTEMENTS	SURFACE CULTIVÉE EN			PRODUCTION TOTALE EN		
	1895	1893	1891	1895	1893	1891
	hectar.	hectar.	hectar.	hectol.	hectol.	hectol.
Pas-de-Calais .	820	875	1.096	6.560	9.800	7.570
Nord	179	272	126	2.327	3.808	7.078
Somme	19	38	33	214	523	437
Haute-Marne .	17	13	25	111	62	114
Meuse	13	14	23	135	135	219
M.-et-Moselle .	3	5	4	54	46	39
Vosges	4	3	3	20	18	17
Pour la France.	1.055	1.232	1.662	9.421	14.511	15.884

La graine de cameline n'est l'objet d'aucun commerce avec l'Etranger.

L. Malpeaux,
Professeur d'Agriculture
à l'Ecole d'agriculture du Pas-de-Calais.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Eberhard (Dr V.), *Professeur à l'Université de Königsberg.* — **Die Grundgebilde der ebenen Geometrie.** *Erster Band.* — 1 *vol. grand in-8° de* XLVIII-302 *pages, avec* 5 *planches hors texte.* (*Prix* : 17 *fr.* 50.) *B. G. Teubner. Leipzig*, 1897.

Voici un ouvrage d'un grand mérite, qui intéresse à la fois le mathématicien et le philosophe. M. Eberhard se propose de présenter la Géométrie sur une base nouvelle, en partant d'un certain nombre de principes fondamentaux établis par l'observation. Dans la *Préface* (48 pages, en vente séparément), il donne d'abord un exposé critique du développement de la science géométrique; puis il établit les conditions nécessaires et suffisantes que doivent remplir les formes fondamentales de la Géométrie considérée comme *science d'observation.*

Le premier volume, seul encore paru, est entièrement consacré à l'étude du système ponctuel plan. Les méthodes que l'on y rencontre sont, pour la plupart, entièrement nouvelles; l'auteur a su les exposer d'une façon très claire, sans crainte d'entrer dans les détails, lorsque la nature du problème l'exigeait.

H. Fehr,
Privat-Docent à l'Université de Genève.

Haton de la Goupillière, *Inspecteur général des Mines, membre de l'Institut, Directeur de l'École Nationale Supérieure des Mines.* — **Cours d'Exploitation des Mines.** 2e *édition, revue et augmentée avec le concours de M.* Maxime Pellé, *Ingénieur des Mines. Tome I.* — 1 *volume in-8° de* 904 *pages avec* 500 *figures dans le texte.* (*Prix :* 35 *fr.*) *Vve Ch. Dunod et P. Vicq, éditeurs. Paris*, 1897.

Combes, Callon, Haton, ces trois noms caractérisent les trois âges successifs de l'exploitation des mines dans notre pays. Lorsque, vers 1840, Combes entreprenait son vaste *Traité de l'Exploitation des Mines*, il n'avait comme précurseur qu'un Autrichien, Délius, qui, soixante-dix ans auparavant, posait les premiers principes de ce qui n'était jusqu'alors qu'un ensemble de procédés plus ou moins rudimentaires. Ce fut le grand mérite de Combes d'appliquer tout à la fois son génie mathématique et son esprit pratique aux problèmes d'aérage, d'épuisement et de résistance des matériaux, dont bien peu alors entrevoyaient même l'importance.

Quand, trente ans après, Callon publiait les Cours de machines et d'exploitation des mines, qu'il avait si longtemps professés à l'Ecole des Mines de Paris, il avait moins à énoncer des principes qu'à décrire les multiples applications, sans cesse plus parfaites, des principes énoncés par le Maître dont il occupait la chaire.

Les deux éditions qui se succèdent, en un si court espace de temps, de l'ouvrage de M. Haton, nous prouvent à leur tour avec quelle rapidité la science de l'exploitation a marché depuis un demi-siècle.

Ouvrage didactique, œuvre essentiellement personnelle d'un puissant esprit qui s'était attaché successivement à chacun des problèmes qu'il avait rencontrés dans sa pratique d'ingénieur et de directeur : tel était l'ouvrage de Combes.

Callon décrivait surtout ce qu'il avait vu, ce qu'il avait essayé le plus souvent avec succès, dans les nombreuses affaires industrielles qui avaient fait appel à son coup d'œil et à son expérience.

M. Haton a compris qu'à une époque comme la nôtre, il fallait s'attacher à connaître et à faire connaître les solutions si diverses données à un même problème dans les divers pays, sous les diverses latitudes, par les peuples les plus différents.

Des indications bibliographiques rencontrées à chaque page permettent à l'ingénieur, à l'exploitant de remonter aux sources, et dispensent en même temps l'auteur des longues descriptions qui eussent alourdi l'ouvrage.

Tandis que Combes et Callon s'étaient tous deux attachés à donner, à une échelle suffisante, des plans et coupes, véritables dessins d'exécution, M. Haton s'est contenté de croquis dans le texte, renvoyant constamment à ces publications techniques, si nombreuses et si bien exécutées dans ces vingt dernières années, où tout, jusqu'aux moindres détails, est minutieusement représenté. Grâce à ces figures si nombreuses et si claires, le cours de M. Haton a quelque chose des publications de vulgarisation qui rentrent si bien dans le goût du jour, mais il est resté en même temps l'ouvrage scientifique auquel doit nécessairement recourir même le praticien le plus expérimenté.

On comprend mieux la décroissance rapide du nombre des accidents dans les mines, quand on voit avec quel soin sont étudiées et résolues les questions d'aérage, d'emploi des explosifs, de transports et d'extraction.

Nul mieux que le savant président de la *Commission du grisou* ne pouvait traiter des minutieuses précautions à prendre pour déceler le grisou, et, dès qu'il apparaît, l'évacuer en le diluant sans jamais le laisser s'accumuler en aucun point du trajet.

En un temps où les distances ne jouent plus qu'un rôle secondaire, et où surgissent les concurrences les plus inattendues, les moindres variations du prix de revient ont souvent une grosse influence. Pour juger d'une méthode, il ne suffit donc pas de l'étudier au point de vue technique, il faut calculer le coût de chacun des éléments, travaux préparatoires, abatage, transports, entretien : c'est encore ce que montre en plus d'un endroit M. Haton : peut-être eut-il pu insister encore plus sur ce point de vue.

Mais que nous sommes loin de la conception essentiellement scientifique de l'ouvrage de Combes! Nous devrions presque rougir de penser qu'on puisse s'en écarter plus encore, et pourtant n'est-ce pas cette question du prix de revient qui doit sans cesse préoccuper l'ingénieur-directeur astreint à diminuer ses dépenses ou à limiter son exploitation faute de débouchés.

Si notre pays n'a point été assez largement pourvu de richesses minérales pour qu'il pût occuper le premier rang parmi les nations minières et métallurgiques, il a tout au moins su prendre et conserver un rang prééminent par ses publications techniques, et les cours des professeurs de l'Ecole des Mines constituent à cet égard une collection hors ligne.

Après Combes et Callon, M. Haton a su à son tour réaliser une œuvre dont la première édition s'est répandue dans le monde entier.

La seconde édition, dont le premier volume a paru il y a déjà quelques mois, a largement bénéficié de la collaboration de M. Pellé qui, grâce à sa connaissance des langues étrangères, a su trouver et analyser tout ce qui avait paru de plus caractéristique à l'étranger. Puissions-nous bientôt voir se compléter cette œuvre.

E. Gruner,
Ingénieur civil des Mines.
Secrétaire du Comité central des Houillères.

2° Sciences physiques

Joannis (A.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Cours élémentaire de Chimie.** — *1 vol. de 448 pages (en deux fascicules) avec figures. (Prix : 5 fr.) Baudy et Cie, éditeurs. Paris*, 1897.

L'ouvrage publié par M. Joannis, et dont les deux premiers fascicules (Métalloïdes et Métaux) ont paru, est un ouvrage élémentaire, un livre d'enseignement. Son étendue devait donc être limitée. Dans un pareil traité, tout doit être sacrifié à la méthode et à la clarté. Les faits de premier ordre doivent être mis en pleine lumière, ceux qui ont une importance secondaire doivent être indiqués d'une façon nette, mais sommaire ; enfin il faut, si l'on veut être compris, laisser de côté tout ce qui n'est utile qu'à un chimiste de profession, tout ce qui s'écarte des théories fondamentales et des applications les plus importantes. — Ces qualités d'ordre, de méthode et d'élégante concision distinguent ce nouveau cours élémentaire. Après un exposé rapide et substantiel des lois qui régissent les combinaisons chimiques, l'auteur aborde l'étude des métalloïdes. Ces corps sont rangés par familles et l'histoire de chacune de ces familles est suivie d'un tableau qui résume les propriétés communes et les différences essentielles. Il est fait usage, en beaucoup de circonstances, de formules décomposées, notamment pour les acides polybasiques donnés par le soufre et le phosphore. La théorie de ces acides, exposée de cette manière, présente beaucoup de netteté ; ces modes de représentation soulagent la mémoire et permettent de figurer aux yeux d'importantes relations.

L'auteur a introduit en beaucoup de points les données thermochimiques et cela toutes les fois que leur emploi était utile pour la clarté des explications. Des notes au bas de la page sont réservées à des détails d'expérience, ou à des comparaisons des faits exposés avec d'autres établis plus loin ; leur lecture sera très utile aux élèves qui veulent ne pas s'en tenir aux notions strictement indispensables.

L'étude attentive de ce cours de Chimie sera utile aux professeurs comme aux élèves ; ils y trouveront exposés les progrès les plus récents de la Chimie ; ils y rencontreront, pour l'ensemble et pour les détails, bien des innovations heureuses, qui donnent au livre de M. Joannis une réelle originalité.

LÉON PIGEON,
Professeur adjoint de Chimie
à la Faculté des Sciences de Dijon.

Thomas-Mamert (R.), *Professeur de Chimie organique à l'Université de Fribourg (Suisse).* — **Sur quelques amino-acides non saturés.** (*Thèse de Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *1 brochure in-8° de 80 pages. G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris*, 1897.

Le travail de M. Thomas-Mamert est relatif surtout aux dérivés aminés de la série fumarique et présente un réel intérêt au point de vue des isomères stéréochimiques qui se manifestent dans ce groupe de composés.

Après avoir constaté que l'action de l'ammoniaque sur les deux éthers chlorocrotoniques *cis*-et *cis-trans* ne fournit qu'un seul dérivé aminé, identique avec celui que donne l'éther acétylacétique et correspondant sans doute à l'acide isocrotonique ou *cis-trans* BUTÉNOÏQUE 2, l'auteur étudie la même réaction sur les éthers chlorofumarique et chloromaléique, dérivés eux-mêmes de l'acide tartrique.

Avec le chlorofumarate d'éthyle il obtient un amidochlorofumarate, par saponification partielle, et l'aminofumaramide ou *amino-diamido-butène* par saponification totale, enfin, en présence d'alcool, l'aminofumarate d'éthyle provenant de la substitution pure et simple du groupe AzH^2 au chlore primitif.

Le chloromaléate d'éthyle donne exactement les mêmes corps, donc l'isomérie n'existe plus chez ces composés, pour lesquels la forme cis-trans paraît être la seule stable.

L'*amino-diamido-butène* se transforme très aisément en *diamidobutanone* ou amide oxalacétique par l'action des acides étendus, il précipite même le sulfate de cuivre pour donner la *diamidobutanone cuprique*

$$C^4H^{10}O^6Az^4Cu,$$

se comportant donc comme les β-dicétones.

La potasse le saponifie partiellement et donne un sel monométallique que l'hydrogénation transforme en *amino 3 amido butènoate* ou isoasparagine potassique.

Il a été enfin possible d'obtenir deux isomères de l'éther *amino 3 amido 4 butènoïque*, correspondant aux deux formes maléique et fumarique primitives.

Les corps de structure

$$CO\,(AzH^2) - C\,(AzH^2) = CH - CO^2C^2H^5$$

sont donc jusqu'à présent les seuls, parmi les dérivés aminés de la série fumarique, qui conservent la propriété d'exister sous les deux formes isomériques *cis* et *cis-trans*.

Tous ces faits sont bien étudiés, les préparations sont décrites avec soin, ainsi que les propriétés de tous les corps obtenus ; en un mot, le mémoire de M. Thomas-Mamert est une contribution importante à l'histoire des composés à double liaison éthylénique.

L. MAQUENNE,
Maître de Conférences à la Sorbonne.

Klobb (T.), *Chargé de Cours à l'Ecole Supérieure de Pharmacie de Nancy.* — **Nouvelles synthèses au moyen de l'éther cyanacétique.** (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.*) *1 brochure in-8° de 70 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1897.

On sait qu'en introduisant dans certaines molécules neutres des radicaux électro-négatifs, tels que : AzO^2, CO. CAz, SO^2, on communique, par le fait même, à l'hydrogène des groupes carbonés voisins, la propriété de s'échanger contre le métal. On obtient ainsi de nouveaux acides carboniques nommés par M. Haller *acides méthéniques* et *méthiniques*, de formule :

$$CH^2\begin{matrix}\diagup R\\ \diagdown R'\end{matrix} \quad \text{et} \quad CH-\begin{matrix}\diagup R\\ R'\\ \diagdown R''\end{matrix}$$

R, R', R'' étant des radicaux dits *négatifs*. Les éthers cyanacétiques appartiennent précisément à cette classe de composés :

$$R-CO-CH\begin{matrix}\diagup CAz\\ \diagdown COOR'\end{matrix}$$

et ont été particulièrement étudiés par M. Haller et ses élèves.

L'auteur a étudié dans son travail la préparation des éthers méthylique et éthylique de l'acide isovalérylcyanacétique ; ces dérivés attaquent les métaux avec dégagement d'hydrogène, comme les acides proprement dits. La potasse concentrée les dédouble à 100° en alcool, acides carbonique, valérique et acétique, sans qu'il se produise de l'acide malonique.

L'éther cyanacétique sodé donne avec le bromacétylbenzène les acides phénacyl et diphénacylcyanacétiques, dont l'auteur a préparé divers éthers. La potasse décompose les éthers diphénacylcyanacétiques avec dégagement d'ammoniaque et il se forme de l'acide diphénacylacétique. Sous l'influence de la potasse les éthers phénacylcyanacétiques donnent successivement de l'acide phénacylcyanacétique, puis une substance bleu indigo qui est, sans doute, un produit de condensation de ce dernier, et enfin de l'acide phénacylacétique, ou benzoylpropionique. L'auteur a encore préparé l'acide phénacylcyanacétique et un grand nombre de dérivés, puis a étudié la

condensation de la monochloracétone avec les éthers cyanacétiques sodés. On obtient dans cette réaction des éthers acétonylcyanacétiques, dérivés qui réagissent très nettement sur la phénylhydrazine.

GEORGE-F. JAUBERT.

3° Sciences naturelles

Carnot (Paul), *Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Recherches sur le Mécanisme de la Pigmentation.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *1 brochure in-8° de 80 pages. Imprimerie L. Danel. Lille*, 1897.

La question des pigments, malgré les nombreuses recherches qu'elle a suscitées, reste toujours une question ouverte, où l'on ne peut que multiplier les points d'interrogation : les pigments sont-ils toujours des déchets inutilisables, qui pourraient disparaître sans dommage pour l'animal qui les porte, comme le veut Eisig, ou, au contraire, les cellules pigmentaires fabriquent-elles exprès le pigment, dans un but défini, de même que les cellules à chlorophylle ou à hémoglobine ? La classification chimique des pigments est dans l'enfance ; quant à leur rôle physiologique, on sait bien qu'ils sont utilisés comme moyen de défense (homochromie), comme couleurs sexuelles, etc., mais ce ne sont là que des fonctions accessoires ; on a le pressentiment que les pigments tégumentaires doivent avoir une fonction de première importance, probablement en rapport avec la lumière, et commune à tous les animaux pigmentés. Bien que le travail de M. Carnot ne touche pas à ces questions fondamentales, il n'en apporte pas moins des documents intéressants, qui ouvriront peut-être de nouvelles voies à la recherche.

M. Carnot s'est attaché uniquement à l'étude des pigments foncés, dits mélaniques, qui se rencontrent dans l'épiderme des Vertébrés, les poils, les chromoblastes du derme ou de la choroïde, etc. Il pense que le granule pigmentaire est constitué par un granule protoplasmique ayant fixé le colorant à la manière d'une teinture ; la formation du pigment tient à une propriété spécifique de la cellule, car si l'on transplante une cellule pigmentée sur un territoire incolore, ses cellules-filles, et elles seules, fabriquent aussi du pigment.

M. Carnot a tenté de fournir artificiellement une certaine dose de pigment à l'organisme, en injectant dans la cavité abdominale, les veines ou le tissu sous-cutané, des émulsions dûment stérilisées de pigment oculaire ou de tumeurs mélaniques de Cheval ; comme on pouvait s'y attendre, ce pigment se comporte comme un corps étranger quelconque, et les phagocytes de la rate, des ganglions lymphatiques, du sang, s'en emparent en formant souvent de petites embolies ; une partie très notable du pigment est éliminée au niveau des glomérules du rein, sans doute par diapédèse des phagocytes. De plus, on retrouve des grains de pigment à l'intérieur de cellules épithéliales, cellules alvéolaires du poumon, épithélium rénal et hépatique, capsules surrénales, etc. ; dans ces dernières, le pigment paraît même subir une digestion intracellulaire, comme dans les globules du pus. Mais cette addition de pigment n'a aucun effet sur les parties normalement pigmentées (poils, épiderme), et on pouvait le prévoir en raison de l'introduction très artificielle du pigment dans des cavités où il n'y en a pas normalement. Je regrette que M. Carnot n'ait pas fait des injections parallèles d'une substance inerte, comme l'encre de Chine, afin de voir s'il y avait quelques différences dans la manière de se comporter des deux substances ; il aurait été curieux de constater si les épithéliums rénaux, surrénaux, pulmonaire et hépatique ont réellement des propriétés phagocytaires et sont capables d'ingérer des substances solides apportées par le sang, comme M. Carnot l'affirme pour les granules de pigment.

Les greffes d'épiderme pigmenté sur épiderme blanc, et *vice versa*, ont donné à M. Carnot des résultats quelque peu contradictoires, mais vraiment intéressants au point de vue de la lutte des cellules entre elles. Chez le cobaye, animal bigarré, si l'on greffe un lambeau noir dans une zone blanche du même animal, la greffe prend en quelques mois une extension considérable et persiste ; les cellules noires ont évidemment une vitalité plus considérable que les blanches, se divisent plus activement et les refoulent. Cela est rendu encore plus évident par l'expérience suivante : sur la limite de deux zones blanche et noire, on traumatise par des brûlures plusieurs points de la zone blanche ; la partie noire ne tarde pas à s'avancer et à former des saillies au niveau de chaque point blanc traumatisé. Par contre, la greffe blanche prend rarement sur peau noire, et, en tous cas, elle rétrocède rapidement et disparaît. Les rapports de vitalité entre les deux sortes d'épiderme sont évidemment réglés par des conditions complexes ; ainsi, il semble que sur un animal très coloré dans un sens, les greffes de couleur opposée ne peuvent prendre d'extension ; le noir ne prend pas ou rétrocède chez les Cobayes albinos, contrairement à ce qui se passe chez les Cobayes bigarrés. Les greffes de sujets jeunes se développent rapidement sur les vieux Cobayes, tandis que celles de Cobayes vieux ou malades se résorbent sur des porte-greffes jeunes ou sains. Les cellules greffées ont une variété d'évolution qui exigerait de multiples expériences pour en fixer le déterminisme ; mais c'est un sujet des plus curieux, si l'on songe que l'on est conduit graduellement aux néoplasmes, qui ne sont en somme que des éléments cellulaires à vitalité renforcée, refoulant et supprimant tous les éléments voisins.

Les chromoblastes des Batraciens, comme on sait, sont des éléments pigmentaires mobiles, susceptibles de se rétracter ou de se dilater plus ou moins sous certaines influences : les unes, telles que l'action de la lumière (larves de Batraciens, Protée), du nitrite d'amyle injecté dans l'organisme, sont *chromato-dilatatrices ;* d'autres sont *chromato-constrictives*, la chaleur et la lumière chez les Grenouilles adultes, le chlorhydrate d'aniline, l'ergotine, la santonine, etc. Ces conditions externes agissent sur les chromoblastes par des réflexes centraux ou périphériques, comme le prouve l'expérience suivante : les chromoblastes réagissent aussi bien sur une patte de Grenouille qui n'est rattachée au corps que par le nerf sciatique ou par l'artère (avec son réseau nerveux péri-vasculaire). Il est probable qu'il y a deux sortes de fibres nerveuses qui se distribuent aux chromoblastes, fibres chromato-constrictives et chromato-dilatatrices, contenues les unes et les autres à la fois dans le sciatique et dans le réseau nerveux péri-artériel.

Quant à la signification de la pigmentation, les données acquises sont trop contradictoires pour qu'on puisse en dégager une loi ; chez les animaux à peau nue (Homme, par exemple), il semble acquis que la cellule épidermique réagit en produisant du pigment toutes les fois qu'elle est attaquée : peau exposée aux rayons du soleil, à des actions chimiques irritantes (vésicatoires), à des frottements mécaniques, à l'humidité prolongée (aisselles), pigmentation de la tuberculose, de la grossesse, etc. ; il est possible que ce soit un réflexe défensif primitivement dirigé contre les rayons lumineux, qui est devenu un processus général répondant à toutes les excitations et tombant parfois à faux. Cette réaction cellulaire diminue certainement lorsque l'organisme s'affaiblit (albinisme), ou lorsqu'il vieillit (blanchissement des cheveux, des plumes).

Le mémoire de M. Carnot renferme, comme on voit, beaucoup d'aperçus intéressants et de méthodes originales, qui permettront d'avancer plus loin vers les solutions définitives des problèmes relatifs aux pigments. Son étude des greffes pigmentées est une excellente contribution à la Biologie cellulaire, et il faut espérer qu'il sera suivi dans cette voie, qui promet d'être féconde.

L. CUÉNOT,
Professeur-adjoint
à la Faculté des Sciences de Nancy.

Douxami (H.), *Professeur agrégé au Lycée de Lyon.* — **Etude sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse.** (*Thèse de Doctorat de la Faculté des Sciences de Lyon.*) — 1 *vol. in-8° de* 303 *pages avec* 6 *planches. Prix* : 6 *francs.* (*Extrait des Ann. de l'Univ. de Lyon.*) *G. Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1897.

L'étude des dépôts de la période tertiaire est particulièrement difficile et compliquée. L'extrême variété des sédiments formés à cette époque, l'instabilité du régime hydrographique, le fait que ce ne sont presque exclusivement que des formations littorales, saumâtres, lacustres ou continentales qui sont accessibles à nos recherches et dont il faut reconnaître les rapports mutuels et l'homotaxie, sont autant de causes qui rendent très délicate la tâche du stratigraphe lorsqu'il s'occupe de la série cénozoïque. Les travaux consciencieux et bien connus de Fontannes, puis, plus récemment, les brillantes synthèses du Professeur Depéret, ont jeté une grande lumière sur l'histoire du bassin du Rhône pendant la période néogène.

M. Douxami vient, dans le volume que nous avons sous les yeux, de faire connaître la composition des terrains tertiaires dans une région qu'avaient dans ces derniers temps un peu délaissée les spécialistes; il a dirigé ses recherches sur le Bas-Dauphiné, la Savoie et la Suisse occidentale. Joignant à une riche moisson d'observations personnelles les résultats soigneusement analysés et soumis à une critique éclairée d'une foule de mémoires détachés dus à des auteurs variés, il nous donne un intéressant tableau des phases successives par lesquelles a passé, de l'Eocène au Pliocène, le territoire qui fait l'objet de sa monographie.

Nous remarquons un important chapitre sur le Nummulitique de Savoie, accompagné de considérations sur le parallélisme de ce terrain avec les couches analogues des régions plus méridionales. La carte que donne M. Douxami de la mer nummulitique prête le flanc à de sérieuses critiques, l'auteur paraissant avoir considéré en beaucoup de points comme rivages de cette mer les limites de l'extension actuelle de ses dépôts; le tracé du golfe étroit de Tarentaise, en particulier, est tout à fait invraisemblable.

En ce qui concerne les matériaux *exotiques* du Flysch et de la Mollasse, on est un peu surpris de voir l'auteur recourir, sans la discuter sérieusement, à l'hypothèse de glaciers oligocènes et miocènes.

La « Mollasse », en particulier, a été examinée avec soin par M. Douxami, et plusieurs niveaux y ont été distingués et suivis: travail d'autant plus méritoire que, dans la Haute-Savoie et la Savoie, par exemple, cette formation, d'une lassante monotonie et très peu fossilifère, présente une composition qui prête peu à l'établissement de subdivisions.

Un appendice paléontologique contient la description de quelques fossiles nouveaux ou peu connus des terrains tertiaires de la Savoie et du Dauphiné septentrional, et une monographie de la faune du « niveau d'Aoste » (Tortonien); des planches accompagnent ces descriptions. Mentionnons aussi une carte des synclinaux dans les chaînes subalpines où M. Douxami a su éviter les erreurs grossières récemment commises à ce sujet et soutenues, malgré l'évidence des faits, par des géologues éminents.

En somme, et malgré de regrettables légèretés (page 9 par exemple), le travail de M. Douxami est certainement supérieur à beaucoup de thèses récemment parues; c'est de la bonne stratigraphie de détail, appuyée sur un fond très sérieux de documents paléontologiques et, si l'auteur n'a pas épuisé son sujet, il peut du moins se dire que son livre rendra de grands services à tous ceux qu'intéresse la géologie du bassin du Rhône et de la « Plaine » helvétique.

W. Kilian,
Professeur de Géologie
à la Faculté des Sciences de Grenoble.

4° Sciences médicales

Bazy (P.), *Chirurgien de l'Hôpital Tenon.* — **Maladies des Voies urinaires. Séméiologie.** — 1 *vol. in-16 de* 212 *pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché*, 2 *fr.* 50; *cartonné*, 3 *fr.*) *G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris*, 1897.

La séméiologie des maladies des voies urinaires offre au clinicien l'occasion d'exercer sa sagacité, car elle est faite de menus faits qui, mal ou incomplètement observés, conduisent facilement à un diagnostic erroné. Aussi ne saurait-on manquer de lire avec intérêt le petit livre que vient de consacrer à cette étude M. Bazy dont on connaît la compétence particulière dans la question. Le praticien y trouvera, en quelques pages, la signification des principaux symptômes de ces affections, les indications qu'ils fournissent pour l'exploration et le traitement. Dans une première partie l'auteur passe en revue les signes extra-mictionnels, c'est-à-dire les écoulements d'ordres divers : pus, sang, liquide prostatique, etc., les phénomènes douloureux, les accidents généraux dont l'infection ordinaire n'est pas le moindre. Dans une deuxième partie, les troubles accompagnant la miction, les modifications pathologiques des urines, sont examinés avec le soin qu'ils comportent. Disons enfin que ce petit aide-mémoire est écrit dans un style souvent pittoresque, où l'expression fait retenir aisément l'idée, et qu'il est rempli de remarques curieuses, de procédés élégants, de stratagèmes ingénieux dont la connaissance et l'usage seront d'un grand secours pour le praticien. Dr Gabriel Maurange.

Œuvres de Léon Le Fort, *publiées par le* Dr **Félix Lejars**, *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine. Tome III :* **Chirurgie.** — 1 *vol. in-8° de* 800 *pages avec* 64 *fig.* (*Prix* : 20 *fr.*) *F. Alcan, éditeur. Paris*, 1897.

Ce volume est entièrement consacré aux travaux de chirurgie de Léon Le Fort. On y retrouvera les principales leçons cliniques du maître, écrites dans cette langue sobre et élégante dont il avait le secret. Citons en particulier la leçon sur les atrophies musculaires consécutives à l'hydarthrose, celle sur l'exophtalmos pulsatile et celle sur la trochantérite.

Dans la partie consacrée aux études de médecine opératoire, il nous faut retenir plusieurs monographies sur les résections et un mémoire sur l'amputation ostéoplastique tibiocalcanéenne à laquelle Le Fort a attaché son nom. Il y a en outre plusieurs procédés qui lui appartiennent en propre : tels ceux qui ont trait à la périnéorrhaphie, au traitement du prolapsus utérin à la blépharoplastie dans l'ectropion, à la thérapeutique des rétrécissements de l'urètre par la dilatation immédiate progressive. L'ouvrage se termine par la description des instruments et appareils de prothèse qu'il avait imaginés ou perfectionnés et dont quelques-uns sont encore employés avec succès en pratique courante. Dr Gabriel Maurange.

5° Sciences diverses

La Grande Encyclopédie. *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de* 48 *pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleur.* 561e *livraison.* (*Prix de chaque livraison :* 1 *fr.* 25.) *H. Lamirault et Cie*, 61, *rue de Rennes. Paris*, 1897.

La 561e livraison de la *Grande Encyclopédie* renferme une remarquable étude de M. A. Laisant sur la *Mécanique;* la *Mécanique industrielle* y est traitée par M. Béguin. *La Mecque* fait l'objet d'une monographie de M. Leriche. Enfin l'histoire de la *Médecine* dans l'antiquité y est exposée par le Dr Liétard.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 Avril 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **Delauney**, en s'appuyant sur les résultats de ses précédents calculs sur les distances de Sirius au Soleil et aux étoiles les plus proches de nous, arrive à cette conclusion que Sirius serait un centre fixe autour duquel graviterait un système d'étoiles dont le Soleil ferait partie.

2° Sciences physiques. — M. **F.-M. Raoult** donne quelques détails sur la méthode suivie par lui dans les recherches cryoscopiques précises; il indique plusieurs moyens pour connaître d'avance l'excès de la température convergente sur celle du bain. Il a, en outre, remarqué qu'il se produit des variations continuelles du zéro des thermomètres résultant soit des changements de température, soit des variations de pression atmosphérique; il est bon de conserver toujours les thermomètres dans la glace fondante. — M. **V. Agafonoff**, au cours de ses recherches sur l'absorption de la lumière ultra-violette par les milieux cristallisés, a étudié l'absorption des rayons de Röntgen par les mêmes milieux; il a pu, à ce point de vue, classer les cristaux expérimentés en cinq groupes. Il existe, en général, une sorte d'opposition entre l'absorption pour les rayons lumineux et pour les rayons Röntgen. — M. **Perrigot** ayant repris les expériences de M. G. Le Bon sur la lumière noire, a constaté que les faits cités par ce dernier étaient dus simplement à la transparence de l'ébonite pour la lumière blanche et qu'ils se rattachent tout naturellement au phénomène bien connu de l'inversion des images photographiques. — MM. **H. Baubigny** et **P. Rivals** indiquent un nouveau procédé de dosage du brôme en présence du chlore; il est basé sur ce fait qu'à froid la solution de chlorure de cuivre neutre n'est pas attaquée par le permanganate de potasse, tandis que celle du bromure est décomposée avec mise en liberté de brome. — M. **E. Pinerua** donne un procédé rapide de séparation du nickel d'avec le cobalt et le fer; il repose sur le fait que le chlorure de nickel est tout à fait insoluble dans de l'éther saturé à basse température par du gaz acide chlorhydrique, tandis que les chlorures de cobalt et de fer se dissolvent facilement dans ce réactif. — M. **Ch. Cloëz** a constaté que, dans l'action du brome sur la cholestérine, il peut se former un monobromure $C^{28}H^{41}OBr$ ou plutôt $C^{27}H^{39}O^{2}Br^{2}$; ce corps ne peut pas exister théoriquement et il est probable qu'il n'est qu'une combinaison moléculaire de cholestérine et de son dibromure; cette hypothèse se vérifie, car on peut en effectuer la synthèse à partir de ses deux composants.

3° Sciences naturelles. — M. **Ph. van Tieghem** étudie les Inséminées à nucelle pourvu d'un seul tégument, formant la subdivision des Unitegménées ou Icaciniinées. Il les divise en deux alliances; l'une, les Icacinales, possédant une fleur zygomorphe et des carpelles biovulés, se compose de sept familles : Leptaulacées, Iodacées, Phytocrénacées, Sarcostigmatacées, Icacinacées, Pleurisanthacées, Emmotacées; l'autre, les Ximéniales, à fleur actinomorphe et carpelles uniovulés, comprend trois familles : Strombosicacées, Ximéniacées et Tétrastylidiacées. — M. **L. Daniel** a greffé l'*Helianthus annuus* sur l'*Helianthus lactiflorus* et vice versa. L'influence directe du sujet et du greffon est réciproque; l'action du sujet est prédominante sur la forme de l'appareil assimilateur du greffon et se manifeste aussi sur la floraison; l'action du greffon s'exerce surtout sur le mode et sur la durée du développement du sujet. — M. **Ch. Bouchard** appelle corpulence, chez l'homme, le quotient du poids divisé par la taille; il donne, pour chaque sexe, une échelle de 13 degrés de corpulence et, en regard, une formule correspondant à chaque type et permettant de déduire la surface du corps de la constatation des trois mesures : poids, taille et tour de taille. — M. **W. Crookes** pense que l'action physiologique, souvent très énergique, produite par les rayons de Röntgen sur le corps humain, dépend, jusqu'à un certain point, de l'idiosyncrasie de l'expérimentateur.

Séance du 26 Avril 1897.

L'Académie présente la liste suivante de candidats à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la place laissée vacante au Bureau des Longitudes par le décès de M. Fizeau : 1° M. Bassot; 2° M. Lippmann.

1° Sciences mathématiques. — M. **Bouquet de la Grye** présente dix-huit cartes et plans de la Corse, levés sous la direction de M. Batt et de M. Bouillet. — M. **N. Ursalovitch** adresse deux mémoires sur un procédé pour la détermination rapide des distances.

2° Sciences physiques. — M. **Gustave Le Bon** établit que tous les corps soumis à l'influence de la lumière émettent ensuite des radiations qui possèdent la propriété de décharger l'électroscope; tous les corps semblent donc posséder des propriétés du même ordre que celles manifestées par l'uranium, mais à un degré moindre. — M. **J.-J. Borgman** a constaté que la thermoluminescence d'un mélange de sulfate de calcium avec 5 % de sulfate de magnésie est provoquée non seulement par les rayons de décharge, comme l'a indiqué M. Hoffmann, mais aussi par les rayons de Röntgen et par les rayons provenant des sels d'uranium. — M. **P. Garrigou-Lagrange** étudie l'action du Soleil et de la Lune sur l'atmosphère et les anomalies de la pression. Au point de vue de la distribution des pressions sur l'hémisphère nord, les années se suivent et ne se ressemblent pas; dans une même année, au contraire, estimée à partir du solstice d'été, les saisons se suivent et se ressemblent. — M. **F.-M. Raoult** a cherché à déterminer l'influence de la surfusion sur le point de congélation des dissolutions de chlorure de sodium et d'alcool. En effet, au moment où l'on fait la mesure, la partie de la solution restée liquide a une concentration plus grande que la dissolution primitive; on obtient ainsi des abaissements moléculaires trop forts. L'auteur montre que l'erreur commise varie avec la concentration. — M. **A. Granger** a obtenu un biphosphure d'argent AgP^{2} en chauffant de l'argent très divisé à 400° dans la vapeur de phosphore; ce corps se décompose déjà à 500°. — M. **Ch. Cloez** a essayé de préparer le dérivé dinitrosé de la méthyldiphénylamine; mais il se forme toujours le dérivé mononitrosé. Ce corps est très stable et cristallise en lamelles d'un beau vert; son chlorhydrate sert de base à la préparation de matières colorantes intéressantes. — M. **Aimé Girard** voudrait voir substituer à l'analyse des blés, qui se pratique actuellement sur le grain entier, une méthode plus rationnelle. Le grain moulu est séparé en deux parties : d'un côté la farine panifiable (à 70 % d'extraction), de l'autre les bas produits et les issues mélangés. La farine comprend des matières solubles et des matières insolubles dans l'eau; il faut faire la dissolution dans l'eau glacée, car, déjà à la température ordinaire, les diastases transforment l'amidon insoluble en produits solubles, lesquels ont été considérés à tort jusqu'à présent comme constituants immédiats du grain de blé.

3° Sciences naturelles. — M. **Ph. van Tieghem** clas-

sifie les Inséminées à nucelle pourvu de deux téguments, formant la subdivision des Bitegminées. Il les divise en deux grandes sections : les Heistérinées, qui sont dicotylées et les Gramminées, qui sont monocotylées. Les Heistérinées se divisent en deux alliances : les Heistériales, à ovule épinaste et à placentation axile, comprenant cinq familles (Coulacées, Heistériacées, Cathédracées, Scorodocarpacées, Chaunochitacées), et les Erythropalales, à ovule hyponaste et placentation pariétale, comprenant une famille (Erythropalacées). Les Gramininées ne forment qu'une alliance, les Graminales, comprenant une seule famille, les Graminées. — M. **Paul Vuillemin** a constaté que l'appareil nourricier du *Clavlochytrium palposum*, qui vit en parasite sur la Betterave, est un protoplasme nu, granuleux, contenant de nombreux noyaux et des faisceaux de fibrilles striées musculiformes. — M. **J. Chatin** a observé un certain nombre de truffes qu'on lui signalait comme nématodées; il établit que les Nématodes ne peuvent attaquer les tissus de la truffe et qu'ils y ont pénétré simplement à la suite d'altérations dues à des Anguillules. — M. **Louis Léger** a observé chez un Myriapode une nouvelle coccidie polysporée monozoïque se rattachant au genre *Barrousia;* il a également constaté que le *Coccidium* n'est pas précisément propre aux Vertébrés, mais qu'il est très répandu chez les Myriapodes. — M. **A. Pomel** communique une monographie des Carnassiers fossiles quaternaires de l'Algérie. Il a trouvé des restes des animaux suivants : *Ursus libycus*, *Hyaena spelaea* et *vulgaris*, *Felis spelaea* et *antiqua*, *Herpestes*, *Canis aureus* et *familiaris*. — M. **P. Le Hello** présente un appareil de démonstration des actions musculaires dans la locomotion du cheval; il conclut que : 1° les membres antérieurs produisent une impulsion locomotrice dès le début de l'appui; 2° les muscles pectoraux, dont le volume est si remarquable, sont les agents essentiels de cette action. — MM. **Lannelongue** et **Achard** pensent que l'immunité des Gallinacés contre la tuberculose humaine résulte seulement de ce que, dans la grande majorité des cas, le bacille ne se multiplie pas dans leur organisme, bien qu'il y garde sa vitalité et sa virulence pendant des semaines et quelquefois des mois. Mais cette immunité n'est jamais que partielle, car les Gallinacés sont sensibles à l'action nécrosante des substances contenues dans le corps des bacilles. — M. **Demars** communique six cas de cure radicale de hernie par les injections de chlorure de zinc suivant la méthode de M. Lannelongue. La guérison a été obtenue très vite et s'est maintenue depuis. L'auteur conseille de commencer les injections externes plus en dehors que le pubis, sur la crête pectinéale. — M. **Lannelongue** annonce que, dans tous les cas de hernies qu'il a opérés par sa méthode depuis plus de six mois, la guérison s'est maintenue jusqu'à ce jour.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 13 Avril 1897.

M. **Péan** montre quatre malades ayant présenté : le premier des polypes myxo-glandulaires, le second des polypes vasculaires, le troisième des polypes fibreux, et le quatrième des polypes tuberculeux des fosses nasales; chez ces malades, la récidive s'est produite avec la plus grande rapidité malgré une extirpation complète; l'auteur a dû alors mettre à nu, aussi largement que possible, l'intérieur des cavités nasales et a enlevé, en même temps que les polypes, toute la pituitaire. La guérison s'est maintenue. — M. **Péan** présente trois malades ayant subi l'œsophagotomie externe à cause de la présence de corps étrangers dans l'œsophage. — M. **Léon Colin** demande comment il se fait que deux cas de peste aient pu éclater à Londres l'été dernier chez deux marins venant de Bombay, alors qu'il ne s'était produit aucun cas pendant toute la traversée et que la durée maximum d'incubation ne dépasse généralement pas huit jours. — M. **Brouardel** répond que la contagion a eu lieu seulement à l'arrivée par des vêtements infectés qui n'avaient pas été utilisés pendant la traversée. — M. **Laveran** analyse un mémoire de M. **J.-P. Cardamatis** (d'Athènes) relatif à l'emploi du bleu de méthylène dans le traitement des fièvres palustres. L'auteur aurait obtenu des résultats très favorables avec des doses de 50 à 60 centigrammes par jour pendant 12 à 16 jours avec des suspensions. M. Laveran fait remarquer que, dans beaucoup de cas, les fièvres auraient pu céder spontanément; toutefois, on emploiera certainement le bleu de méthylène avec succès dans les cas où les sels de quinine sont contre-indiqués. — M. **Panas** analyse un travail de M. le Dr **Dianoux** relatif à l'iridectomie périphérique partielle dans le traitement du glaucome chronique. — M. **Paul Reclus** vient apporter de nouvelles observations à l'appui de sa théorie que, dans le plus grand nombre des cas, l'appendicite est la suite et l'aboutissant de l'entéro-colite muco-membraneuse. — M. **Albert Robin** pense qu'il existe le plus souvent, à l'origine des affections graves de l'intestin, une certaine variété de dyspepsie, l'hypersthénie gastrique, caractérisée surtout par une coprostase ayant son siège dans le côlon et dans le cæcum; c'est en traitant convenablement cette dyspepsie et ses premiers retentissements intestinaux (par le régime, l'usage des laxatifs ou des grandes irrigations intestinales) qu'on évitera, le plus souvent, et l'entéro-colite muco-membraneuse et l'appendicite. — M. le Dr **Guépin** lit un mémoire sur la forme curable de l'hypertrophie sénile de la prostate.

Séance du 20 Avril 1897.

MM. **V. Babes** et **C. Levaditi** ont constaté, dans leurs recherches sur les colonies de bacilles tuberculeux, des formes identiques au champignon de l'actinomycose; elles ne s'en distinguent que par la coloration d'Ehrlich, caractéristique pour les filaments du parasite de la tuberculose. — M. **Frantz Glénard** étudie les rapports de l'entéro-colite et de l'appendicite avec la ptose viscérale; d'après lui la colite membraneuse est une modalité symptomatique d'une maladie de la nutrition à la phase de ptose viscérale, et son traitement le plus efficace sera celui qui combattra cette ptose. Il ne semble pas qu'on soit autorisé à admettre une relation de cause à effet entre l'entéro-colite et l'appendicite. — M. **Léon Labbé** présente quelques indications sur l'opportunité de l'intervention chirurgicale dans les divers cas d'appendicite. — M. **Dieulafoy** apporte un contingent de 53 nouveaux cas d'entéro-colites muco-membraneuses non suivies d'appendicites. — M. le Dr **E. Doyen** lit un mémoire sur l'extirpation extemporanée par les voies naturelles des gros polypes naso-pharyngiens et une note relative au tubage du larynx dans les opérations sur la cavité naso-buccale, la plèvre et le poumon.

Séance du 27 Avril 1897.

M. le Président annonce à l'Académie le décès de M. **Magitot**. — M. **H. Huchard** étudie l'œdème aigu du poumon; il établit trois éléments dans sa pathogénie : 1° énorme hypertension pulmonaire, affaiblissement subit ou rapide de l'organe compensateur, du ventricule droit vaincu par cette hypertension (élément mécanique); 2° troubles de l'innervation cardio-pulmonaire (élément nerveux); 3° imperméabilité rénale très fréquente avec intoxication consécutive de l'organisme (élément toxique). Comme indication thérapeutique, il faut procéder à une large saignée générale qui soulage le cœur et abaisse la tension. — M. **Debove** fait remarquer qu'il n'y a aucune liaison entre l'œdème du poumon et l'angine de poitrine. — MM. **G. Linossier** et **Lannois** ont constaté que l'iode appliqué en badigeonnages est absorbé par la surface cutanée; cette absorption, minime quand la partie badigeonnée est abandonnée à l'air libre, devient beaucoup plus active quand elle est hermétiquement enveloppée. L'iodoforme, l'iodure d'éthyle sont absorbés par la peau saine, ce dernier corps en assez grande quantité pour pouvoir être

utilisé, le cas échéant, en vue d'une médication générale iodurée. — MM. **Gilles de la Tourette** et **Chipault** présentent un mémoire sur l'élongation vraie de la moelle épinière et son application au traitement de l'ataxie locomotrice.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 10 Avril 1897.

M. **Ch. Richet** inocule à un lapin du sérum de sang d'anguille, à un autre lapin le même sérum mélangé avec du sérum de sang de chien immunisé; le premier lapin meurt, le second ne présente rien. L'auteur pense qu'il y a neutralisation chimique de la toxine par l'antitoxine. M. **C. Phisalix** pense, au contraire, que la toxine et l'antitoxine existent toutes deux dans le venin, la première agissant plus rapidement que la seconde; mais, si par le passage à travers le chien on dissocie le venin, en ne conservant que l'antitoxine, celle-ci peut ensuite exercer son pouvoir contre la toxine. — M. **A. Charrin** communique les tracés cardiographiques obtenus par M. **Bardier** dans l'infection pyocyanique; la toxine produit des variations de vitesse, d'amplitude, de l'arythmie et des intermittences. — MM. **Lacaille** et **Rénon** ont eu recours à la radiographie pour poser le diagnostic d'une affection douteuse dans la région du thorax. — M. **Gérard** (de Toulouse) a constaté qu'une intoxication lente par le sous-nitrate de bismuth peut se produire chez certains dyspeptiques dont l'estomac contient beaucoup d'acide lactique. — M. **Weiss** a essayé divers types de sphygmomètres avec un appareil à circulation artificielle fixe et a trouvé qu'ils donnaient des indications souvent très différentes. — M. **Josué** a étudié les modifications histologiques de la moelle osseuse sous l'influence des injections de sérum antistreptococcique. — Quoique les animaux carnassiers soient généralement réfractaires à l'infection charbonneuse, M. **C. Phisalix** a observé au Muséum trois fauves qui sont morts de cette maladie après avoir mangé de la viande charbonneuse; il est vrai que ces animaux étaient déjà considérablement affaiblis.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 12 Mars 1897.

MM. **M. Berthelot** et **G. André** ont étudié les acides phosphoriques. Si l'on prépare le métaphosphate de soude : 1° en fondant à 280° le phosphate monosodique; 2° en fondant au rouge le même sel, on obtient des produits très différents. Dissous dans l'eau, le premier produit renferme beaucoup d'acides pyro et orthophosphoriques; on peut, par la mixture magnésienne acétique, y doser le pyrophosphate qui représente environ 80 °/o du produit total; le second, dans les mêmes conditions, se transforme beaucoup plus lentement. On arrive à précipiter à chaud, comme dans le cas précédent, par la mixture magnésienne acétique, 50 °/o du phosphore total à l'état de pyrophosphate. — M. **Blaise** a reconnu que la réaction de Vogel, pour déceler la quinine (coloration rouge obtenue avec quinine, eau de brome, ferrocyanure de potassium et ammoniaque), marche très bien sans ferrocyanure. Ce sel ne sert qu'à donner de la fixité à la coloration. On peut en sa présence détruire la coloration par un acide minéral et la faire réapparaître par l'ammoniaque concentrée. La réaction de Vogel marche avec n'importe quel composé alcalin; on peut la produire avec l'ammoniaque, les amines grasses, aromatiques, etc..., et aussi avec le phosphate de soude, le borax, le bicarbonate de potasse et le carbonate de chaux. — M. **Béhal** démontre que l'on peut expliquer l'isomérie entre la tropine et la pseudotropine, sans recourir à la stéréochimie de l'azote. D'après une conception émise par M. Adam, on peut supposer que les atomes d'azote et de carbone sont contenus dans trois plans faisant entre eux un angle de 120°. Ces plans renfermant des groupements moléculaires divers, il peut y avoir des isomères cis et des isomères trans. — M. **Hanriot** présente de la part de M. **Godart** un flacon à l'émeri spécial. Le rodage du bouchon et du goulot sont tels que le bouchon s'adapte au flacon extérieurement. Grâce à ce mode de fermeture, les poussières ne peuvent plus pénéter dans le flacon même lorsqu'on ouvre et, de plus, on évite les chances de soudure. — M. **Nicloux** fait quelques remarques sur le dosage de la glycérine par le procédé de MM. Bordas et Raczkowski. Il faut employer une solution à 38 grammes et non à 48 grammes de bichromate par litre. E. Charon.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences physiques

W. A. Tilden, F. R. S.: **Sur les gaz inclus dans les roches et les minéraux cristallisés.** — On sait depuis longtemps que beaucoup de minéraux cristallisés contiennent des gaz enclos dans des cavités qui renferment fréquemment aussi des gouttes de liquide. Ce liquide est souvent de l'eau, quelquefois un hydrocarbure, assez fréquemment de l'acide carbonique liquide, reconnaissable à la façon dont il se comporte vis-à-vis de la chaleur. Les gaz inclus dans les roches ont été étudiés déjà par plusieurs savants; on a reconnu successivement l'acide carbonique, l'oxyde de carbone, l'hydrogène, l'azote, le méthane. Les recherches que l'auteur a entreprises dans cette voie présentent un grand intérêt. Il a étudié les roches et les minéraux suivants : granite, gabbro, basalte, quartzite, granulite, schistes quartzeux, gneiss à grenats, lave du Vésuve, graphite, quartz, béryl, gneiss à pyroxènes, gneiss à corindon. Les gaz y sont contenus dans des cavités qu'on aperçoit distinctement sur une coupe mince de la roche lorsqu'on la regarde au microscope; ces cavités sont si petites qu'il se perd très peu de gaz quand la roche est réduite en poudre. La poudre est chauffée dans le vide. Le volume du gaz dégagé a varié de une fois à dix-huit fois le volume de la poudre chauffée. Le gaz dégagé est composé surtout d'hydrogène (40 à 100 °/o) et d'acide carbonique; il y a de petites quantités d'oxyde de carbone et d'hydrocarbures. Le gaz dégagé a toujours été examiné au spectroscope, afin de déterminer s'il contenait de l'hélium; mais dans aucun cas on n'a aperçu les lignes de cet élément. — La grande quantité d'hydrogène et d'acide carbonique que renferment les roches examinées peut faire supposer qu'elles ont cristallisé dans une atmosphère riche en acide carbonique et en vapeur d'eau, qui était elle-même en contact avec des substances facilement oxydables (comme le carbone, les métaux, les protoxydes métalliques). Mais la réduction de l'acide carbonique ou de la vapeur d'eau par le carbone donne lieu à la formation d'oxyde de carbone, et, dans ce cas, la proportion de ce gaz eût dû être supérieure à celle effectivement trouvée. On sait en outre que l'acide carbonique et la vapeur d'eau sont dissociés à une température modérément haute, et que, si l'oxygène se recombine en grande partie dès que la température s'abaisse, une partie peut rester libre en présence d'un excès d'un gaz indifférent; or, parmi les gaz analysés, on n'a pas retrouvé d'oxygène libre. D'autre part, l'expérience directe a montré que l'oxyde ferreux, à la chaleur rouge, décompose la vapeur d'eau et l'acide carbonique en hydrogène et oxyde de carbone, tandis qu'il se transforme en oxyde magnétique; le fer métallique réagit de même :

$$3\,Fe + 4\,H^2O = Fe^3O^4 + 4\,H^2$$
$$3\,Fe + 4\,CO^2 = Fe^3O^4 + 4\,CO$$

Or, le fer métallique a été rencontré par plusieurs savants et l'auteur lui-même dans les roches; mais il faut se rappeler que les réactions indiquées ci-dessus sont réversibles, et la présence de fer métallique et d'oxyde magnétique dans une roche ne peut pas être regardée comme une preuve certaine que le second dérive du premier. — La présence de méthane dans les roches et la production d'hydrocarbures gazeux ou liquides en de

nombreux points de la surface terrestre nous montre de plus en plus que l'intérieur de la terre renferme de grandes quantités de métaux alliés à du carbone; il est plus aisé de concevoir que l'action de l'eau sur ces matériaux a donné naissance à des oxydes et à des mélanges d'hydrogène et d'hydrocarbures. Cette hypothèse prend de plus en plus de valeur, surtout depuis les travaux de M. Moissan.

2° Sciences naturelles

John W. Judd, C. B., L. L. D., J. R. S. : **Deuxième rapport sur une série d'échantillons des dépôts du Delta du Nil, obtenus dans des sondages entrepris par la Société Royale.** — Bien que les sondages exécutés en 1885 sous les auspices de la Société Royale à Kasr-el-Nil, Kafr-ez-Zayat et Tantah aient atteint une plus grande profondeur que ceux de MM. Leonard Horner et Linant de Bellefondes, ils ne rencontrèrent pas cependant les roches solides dans lesquelles le Nil a creusé sa vallée. Le Comité du Delta a fait exécuter à Zagazig un dernier sondage, commencé en 1886, poussé à une profondeur de 345 pieds, 319 au-dessous du niveau de la mer, sans atteindre la roche solide.

De la surface à la profondeur de 115 pieds, les dépôts consistent en alternances de sables de désert et de limons du Nil, identiques à ceux traversés dans les précédents sondages. Les sables observés entre les profondeurs de 20 et 75 pieds, évidemment d'origine éolienne, étaient en certains points agglutinés en une sorte de grès imparfait. Jusqu'à la profondeur de 20 pieds on put recueillir des petits corps tubulaires ou noduleux, indubitablement formés par le dépôt du carbonate de chaux sur de petites racines; plus bas, ces petits corps devenaient moins abondants et d'une forme moins bien définie; entre 75 et 92 pieds ils manquaient absolument et étaient alors remplacés par des masses calcaires concrétionnées résultant de la dissolution et de la reprécipitation du carbonate de chaux. Malgré les recherches minutieuses de M. Chapman aucune trace d'organisme contemporain du dépôt ne put être observée, mais seulement un foraminifère remanié de l'Eocène *Nummulites Guettardi* d'Arch. et Haime.

Un très important changement dans la nature des couches survint à la profondeur de 115 pieds; de 115 à 151 pieds, le sondage traversa un épais dépôt de sables grossiers mélangés de cailloux roulés; à la profondeur de 151 pieds existait une couche d'argile jaune épaisse de 2 pieds, au-dessous de laquelle les lits de sable et de cailloux roulés dominaient jusqu'à la plus grande profondeur atteinte dans l'opération, soit 345 pieds. Dans quelques-uns de ces lits, les éléments bien arrondis, de toutes tailles, jusqu'à celle d'un œuf de poule, représentaient de véritables galets.

Un sondage exécuté à Rosette en 1885, a donné une succession semblable à celle du sondage de Zagazig, avec cette différence toutefois que les couches de sables grossiers avec galets y furent atteintes à la profondeur de 143 pieds, 134 au-dessous du niveau de la mer, au lieu de 89 à Zagazig, indiquant ainsi le manque d'horizontalité de la surface de ces couches. Il serait donc possible qu'en certains endroits elles traversassent complètement les dépôts du Nil pour former la surface actuelle du pays. Sir Samuel Baker attira l'attention sur les « turtle-backs », larges îlots sableux épars au milieu des limons, preuve selon lui de la préexistence du désert et qui, supportant la totalité des dépôts du Nil, n'apparaîtraient qu'aux points épargnés par les inondations. On doit cependant remarquer que les alluvions alternent avec des masses considérables de sables d'origine éolienne et que les « turtle-backs » peuvent bien être la surface de grandes taches lenticulaires sableuses de même origine.

Il n'est pas douteux que ces dépôts de galets aient été effectués dans des conditions toutes différentes de celles qui ont présidé à la formation des couches supérieures, mais l'époque de leur venue reste un problème du plus grand intérêt. Malheureusement, aucune trace d'organisme, si ce n'est toutefois quelques fossiles remaniés, n'est venu jeter quelque jour sur la question.

M. Karl von Zittel, qui a examiné la nature des galets pour en déterminer l'origine, a reconnu que les galets siliceux rappellent plutôt les grès tertiaires de Gebel Achmar, près du Caire, que les grès crétacés de la Haute-Egypte. L'absence de galets calcaires est remarquable; ceux-ci, à cause de leur légèreté relative, ont dû être entraînés plus loin. Les roches éruptives semblent provenir des vallées latérales du désert arabique. Des galets de calcaire siliceux contenant des foraminifères furent soumis au Professeur Rupert Jones, qui, grâce à la présence de *Textularia globulosa* Ehrb., *T. saggitula* Defr., *Globigerina bulloides* d'Orb., *Discorbina globularis* d'Orb., *Rotalia ammonitiformis* Lam., etc., leur reconnut une origine éocène incontestable. Seul un galet formé d'une roche arénacée et contenant *Lagena lævis* Mont., *L. globosa* Mont., *Globigerina sp.*, un spicule d'éponge, une valve d'ostracode, etc., pourrait provenir d'un dépôt crétacé. Ces observations ont amené M. Karl von Zittel à penser que les galets ont dû être déposés à une époque où le Nil avait déjà creusé sa vallée, mais non encore si profondément qu'aujourd'hui et qu'ils n'ont pas dû être amenés d'un point très éloigné de celui où ils reposent actuellement.

Il est regrettable que les travaux entrepris par la Société Royale n'aient pas encore permis d'atteindre le fond de la vallée du Nil; mais les résultats obtenus : 1° épaisseur beaucoup plus grande qu'on ne le supposait des alluvions du fleuve, 2° leur superposition à des dépôts effectués dans des conditions tout autres que celles qui dominent aujourd'hui dans le nord-est de l'Afrique, sont malgré tout d'une grande importance.

Clement Reid, I. L. S., I. G. S. : **Les dépôts paléolithiques à Hitchin et leur relation avec l'Epoque glaciaire.** — Après les recherches faites en 1896 à Hoxne, aux frais de l'Association Britannique et de la Société Royale, il était intéressant de s'adresser à une nouvelle localité pour contrôler les résultats obtenus sur les relations de l'homme paléolithique avec l'Epoque glaciaire.

Les recherches de Prestwich, de sir John Evans, de M. W. Ransom et de M. William Hill ont établi que la terre à brique qui, à Hitchin, contient dans son intérieur et à sa base des instruments paléolithiques, repose sur une marne coquillière, mais les relations de ces alluvions anciennes avec le boulder-clay calcaire et les cours d'eau actuels restaient douteuses.

Les alluvions anciennes occupent à Hitchin une petite vallée irrégulière presque entièrement comblée.

Hitchin est située dans la vallée du Hiz; la craie qui forme le sous-sol solide perce en certains points le drift dont elle est presque partout recouverte. Ce drift, grossier gravier siliceux, est en partie glaciaire, en partie paléolithique, et l'une des plus grandes difficultés consistait dans chaque sondage à déterminer son âge exact, le drift post-glaciaire ne différant du drift glaciaire que par la présence seule d'instruments paléolithiques.

Un des points les plus importants à établir était la position du boulder-clay, dépôt indubitablement glaciaire; grâce à un sondage qui l'atteignit, on put en effet constater qu'il était recouvert successivement par des alluvions anciennes et la terre à brique paléolithique.

La présence du boulder-clay dans ce sondage, effectué sur les bords de la vallée, et son absence dans ceux entrepris vers le centre où cette formation était représentée uniquement par des matériaux remaniés, donnent une preuve certaine du creusement de la vallée à une époque postérieure à celle du dépôt du boulder-clay, comme c'est d'ailleurs le cas à Hoxne. Les alluvions entièrement recouvertes par la terre à brique semblent occuper une bande étroite dans le milieu de l'ancienne vallée, dont la direction sud-nord corres-

pondant à la pente générale du pays, est parallèle aux cours d'eau actuels.

Au point de vue paléontologique on peut considérer deux groupes très différents de dépôts : la terre à brique, ne contenant que des instruments paléolithiques, et les alluvions, remplies de coquilles d'eau douce et de restes de plantes, sans aucun vestige de l'industrie humaine, les os de mammifères provenant tous d'une boue marneuse blanchâtre apparaissant en certains points au-dessous de la terre à brique. La faune et la flore, où l'on remarque les mollusques vivant encore dans nos cours d'eau et des arbres tels que le chêne, le frêne, l'aune, le sureau, etc., indiquent un climat tempéré ne différant pas sensiblement de celui dont nous jouissons actuellement.

La ressemblance de la terre à brique de Hitchin avec celle de Hoxne et la similitude des alluvions anciennes déposées dans les mêmes conditions et contenant les mêmes fossiles engagent à raccorder couche par couche les dépôts observés dans les deux localités; il faut cependant remarquer que les dépôts intermédiaires avec débris de formes arctiques de saules, si remarquables à Hoxne, manquent totalement à Hitchin.

Dans les deux localités, le sol, plus élevé à l'Époque glaciaire qu'il ne l'est aujourd'hui, permettait aux cours d'eau, grâce à leur pente plus forte, de creuser des vallées plus profondes; le sol abaissé de ce fait, les vallées se comblèrent d'alluvions, le climat restant tempéré; à la suite d'une période plus froide représentée seulement à Hoxne, la terre à brique, non stratifiée, avec cailloux épars et instruments paléolithiques, dut se former sous l'influence du vent et du ruissellement. Si l'on admet cette origine de la terre à brique, le défaut des superpositions des vallées actuelles sur les vallées anciennes devient explicable, alors qu'il l'est difficilement, si on donne, au contraire, à la terre à brique une origine fluviale. En considérant la terre à brique comme l'équivalent du lœss continental, on peut admettre, en effet, que, pendant la période froide correspondant à ces dépôts, les cours d'eau trop affaiblis pour emporter les matériaux apportés par le vent et le ruissellement ont pu laisser combler leurs vallées, et qu'il leur a fallu se creuser de nouveaux lits, une fois le climat tempéré rétabli.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 4 Mars 1897.

MM. **Sydney Young** F. R. S. et **G.-L. Thomas** ont séparé du pétrole d'Amérique le pentane normal et l'isopentane dont ils donnent les constantes physiques. — M. **Sydney Young** F. R. S. : Note sur la tension de vapeur, le volume spécifique, les constantes critiques et le point critique du pentane normal. — MM. **C.-T. Heycock** F. R. S. et **F.-H. Neville** ont étudié les points de fusion des différents alliages du zinc et leurs graphiques. Dans le cas des alliages zinc-cadmium, zinc-aluminium, zinc-étain, les métaux semblent se dissoudre les uns les autres en toutes proportions; quant à l'alliage zinc-bismuth la courbe tracée suivant son point de fusion devient à un moment donné une ligne droite caractéristique des alliages séparés en deux liquides superposés. Dans la deuxième partie de leur communication, les auteurs étudient les solutions diluées de cuivre et d'or dans le zinc, et donnent la courbe complète fournie par la fusion des alliages de zinc et d'argent. — MM. **Arthur H. Mc Connell** et **Edgard-S. Hanes** décrivent une méthode pour la préparation des cobaltites alcalins et démontrent que le cobalt forme un oxyde CoO^2 et un acide H^2CoO^3, dont l'existence à l'état libre doit être regardée comme hypothétique, mais dont on connaît une série de sels alcalins du type du cobaltite de potasse K^2OCoO^3. Ils ne croient pas à l'existence de l'acide cobaltique ou percarbonate de cobalt décrit par Durrant. — M. **H.-J. Horstman Fenton** a étudié les différentes propriétés du produit de condensation de l'aldéhyde glycolique obtenu par oxydation de l'acide tartrique en présence du fer. Les conditions dans lesquelles l'acide tartrique peut être transformé en acide dihydroxymaléique par l'oxygène atmosphérique, semblent présenter plusieurs analogies avec celles dans lesquelles se forment certains végétaux; et l'auteur suppose que la formation directe du sucre pourrait s'expliquer par une oxydation analogue. — M. **Francis E. Francis** : Note sur les dinitrosamines de l'éthylène aniline, de l'éthylène toluidine et de leurs principaux dérivés. — MM. **S. Ruhemann** et **A.-S. Hemmy**, en faisant réagir le dérivé sodé de l'oxalacétate d'éthyle sur le chlorofumarate d'éthyle, ont observé la formation de deux isomères. Selon eux le premier a la constitution suivante :

$$\begin{array}{ccc} COOC^2H^5.C & = & C.COOC^2H^5 \\ \| & & \| \\ OC.COH & : & C.COOC^2H^5 \end{array}$$

et serait l'anhydro-oxalaconitate d'éthyle. Le deuxième serait le pyronetricarboxylate d'éthyle ayant pour formule :

$$\begin{array}{c} COOEt.C.\ O\ .COOEt \\ \| \qquad\quad \| \\ HC.CO.COOEt \end{array}$$

M. **Clare de Brereton Evans** : Note sur les formes énantiomorphes de l'iodure d'éthylpropylpiperidonium. — MM. **W.-S. Gilles** et **F.-F. Renwick** : Formation et propriétés de l'acide pinophanique. — M. **W.-T. Laurence** a trouvé une nouvelle synthèse de l'acide citrique. Il a réussi à préparer le citrate d'éthyle par la condensation du bromacétate d'éthyle et de l'oxalyl-acétate d'étyle en présence du zinc. La réaction a lieu suivant les équations :

$$(1)\quad COOEt.CH^2Br + COOEt:CH^2CO.COOEt + Zn = COOEtCH^2C(OZnBr)(CH^2COOEt)COOEt$$

$$(2)\quad COOEt.CH^2C(OZnBr)(CH^2COOEt)COOEt + H^2O = COOEt.CH^2.C(OH)(CH^2COOEt)COOEt + ZnO + HBr.$$

Séance du 18 Mars 1897.

M. **Alexander Scott** : Note sur le poids atomique du carbone. — Dans une deuxième communication, le même auteur décrit une nouvelle série de sulfates mixtes ayant pour formule : $(M.N)''SO^4.H^2O$. Le plus intéressant de ces sels est le sulfate cuprico-ferreux, brun rouge, se dissolvant dans l'eau en vert-bleu. Sa composition répond à l'une des deux formules suivantes :

$$(CuFe)SO^4.H^2O \quad \text{ou} \quad (Fe^3Cu^2)(SO^4)^7H^2O.$$

MM. **Henry Perkin** jun. F. R. S. et **Jocelyn Field Thorpe**, par une longue suite de savantes recherches qu'ils décrivent dans leur note, sont arrivés à préparer synthétiquement l'acide camphoronique. Ils ont comparé leur produit de synthèse avec le produit ordinaire et n'ont pu trouver de réaction dissemblable. — M. **Ernest-H. Cook** : Nouvelle méthode pour la détermination des points de fusion. — MM. **James Walker** et **Sidney A. Kay** ont déterminé la vitesse de formation de l'urée dans des solutions aqueuses d'alcool. Ils dissolvent pour cela le cyanate d'ammonium dans l'eau pure et dans des mélanges contenant de l'eau et de l'alcool dans des proportions de 10, 30, 50, 70, 90 °/₀ de ce dernier. L'alcool diminue le degré de dissociation du cyanate. — MM. **Wyndham R. Dunston** F. R. S et **Ernest Goulding** ont trouvé que la formaldoxime, l'acétaldoxime et l'acétoxime chauffées en solution alcoolique avec des bromures ou iodures alcooliques sont convertis en composés alkyloximes dans lesquels le groupe alkyle se trouve uni à l'azote. Ils sont représentés par les formules :

$$R'CHAz(R')O \quad \text{et} \quad R'^2CAzR'O$$

isomères des éthers peu connus des oximes ayant pour formules :

$$R'CH:AzOR' \quad \text{et} \quad R'^2CAzOR'.$$

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election à la Société hollandaise des Sciences de Haarlem. — Notre éminent collaborateur, M. E.-H. Amagat, répétiteur à l'Ecole Polytechnique, Correspondant de l'Académie des Sciences de Paris et Associé étranger de la Société Royale de Londres, vient de recevoir de la Société Hollandaise des Sciences de Haarlem une récompense justement enviée et très légitimement attribuée à son œuvre : l'illustre Compagnie vient, en effet, de l'élire parmi ses membres, faveur qu'elle a récemment accordée, comme le savent les lecteurs de la *Revue*, à notre compatriote, M. H. Moissan.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

La réfection du cours de la Loire. — Nos lecteurs savent où en est actuellement, au point de vue technique, la question de la Loire navigable. M. C. Lechalas, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, et M. Audouin l'ont traitée ici même [1] ; ils ont indiqué et la façon dont se produisent les ensablements du fleuve et le programme des travaux à effectuer pour opérer une parfaite réfection des rives. Le plan qu'ils ont exposé à ce sujet semble avoir réuni tous les suffrages, et l'on peut aujourd'hui espérer à bon droit qu'il sera prochainement réalisé. A une réunion tenue à cet effet le 3 juin dernier par la Société *La Loire navigable* et la Société *Les Nautes*, M. Turrel, ministre des Travaux publics, a promis à ces deux Compagnies le concours effectif de l'Etat.

§ 3. — Physique

Les récentes expériences de lord Rayleigh sur les ondes sonores. — A une récente réunion de la *Royal Institution*, Lord Rayleig, ex-secrétaire perpétuel de la Société Royale de Londres, a fait une très intéressante conférence sur les limites de l'audition. On sait que les *Lectures* de la *Royal Institution* sont données par les plus grands savants du Royaume-Uni et quelquefois de l'Etranger, devant un public d'abonnés recrutés principalement dans le monde scientifique. A ces conférences se déploie, on pourrait presque dire avec magnificence, un luxe d'expériences destinées à illustrer de la façon la plus brillante la parole du maître. La *Revue* se préoccupe d'instituer quelque jour à Paris une Institution analogue. Aujourd'hui, nous nous bornerons à signaler, parmi les recherches que Lord Rayleigh a tout récemment signalées à ses auditeurs, les très intéressantes expériences et considérations que voici :

Pour un son de hauteur déterminée, susceptible d'être perçu par l'oreille, il est extrêmement important de déterminer l'amplitude minimum de vibration au-dessous de laquelle la perception cesse. C'est au physicien allemand Boltzmann que l'on doit les premières évaluations faites à ce sujet. Cet expérimentateur est parvenu à préciser l'amplitude minimum en mesurant, d'une part, la somme d'énergie nécessaire pour souffler dans un sifflet, et, d'autre part, la distance à laquelle le sifflet pouvait être entendu. Cette distance était d'un demi-mille. Boltzmann a trouvé ainsi l'amplitude de 8×10^{-8} centimètres, longueur bien petite, mais encore cent fois supérieure à celle que les plus puissants microscopes sont susceptibles de nous montrer.

Lord Rayleigh vient d'arriver à des résultats plus nets en produisant le son au moyen d'un diapason. Il a montré, dans une récente conférence à la *Royal Institution*, que l'énergie qui réside dans le diapason peut être déduite, à chaque instant, de l'amplitude de ses vibrations mesurées au microscope à chariot. La grandeur de l'énergie émise se calcule d'après l'amplitude de vibration au-dessous de laquelle les mouvements s'éteignent. L'éminent physicien est parvenu de cette façon à réduire à 30 mètres la distance perceptible à l'ouïe ; dans de telles conditions, la propagation des ondes risque peu d'être troublée par les irrégularités de l'atmosphère ambiante, et cela autorise à accueillir comme non entachées d'erreur physique les déductions que le calcul peut tirer de l'expérience. Soit s le taux de condensation des ondes qui sont tout

[1] Voyez les numéros de la *Revue* du 15 septembre 1896 et du 30 mars 1897.

juste capables d'exciter l'ouïe; les résultats peuvent s'exprimer ainsi :

Fréquence = 256. . . . . $s = 6{,}0 \times 10^{-9}$
— = 384. . . . . $s = 4{,}6 \times 10^{-9}$
— = 512. . . . . $s = 4{,}6 \times 10^{-9}$

On voit par là que l'oreille est capable de discerner des vibrations qui exigent, pour se produire, des variations de pression très inférieures à la pression totale existant dans nos meilleurs tubes à vide.

Dans de telles expériences, la totalité de l'énergie est très minime; elle contraste étrangement avec les 60 Horse-Powers [1] lancés dans la sirène de *Trinity House*. Si l'on calcule d'après la loi de l'inverse des carrés à quelle distance un son absorbant 60 Horse-Powers peut être entendu, on trouve 2.700 kilomètres. Il faut en conclure, remarque Lord Rayleigh, qu'il existe une source importante de perte d'énergie indépendante de la simple diffusion sur une grande surface. Il y a longtemps, Sir George Stokes s'était proposé d'évaluer l'effet de la radiation sur la propagation du son, et il était arrivé à cette conclusion : L'amplitude du son propagé en ondes planes tomberait à la moitié de sa valeur en un temps sextuple de celui qu'il faudrait à une masse d'air portée à une température supérieure à celle de l'air ambiant pour se refroidir de la moitié de cet excès de température. Cette dernière durée ne semble guère susceptible de mesure précise; si elle correspondait à une minute, il faudrait en conclure que le son considéré se propage pendant six minutes, parcourant alors environ 70 milles sans subir de ce chef aucune perte sensible d'énergie. Lord Rayleigh pense que la décroissance d'intensité du son aux grandes distances résulte principalement de la réfraction atmosphérique due aux variations de température et de vent suivant la hauteur. A l'état normal, l'air est plus frais dans les régions élevées; le son s'y propage donc plus lentement, y modifiant en conséquence sa trajectoire. La théorie de ces phénomènes a été donnée par Stokes et Reynolds et l'application en a été faite par Henry à l'explication des variations observées dans la propagation du son des sirènes. Aussi Lord Rayleigh fait-il observer qu'une connaissance plus profonde de ce qui se passe dans l'atmosphère au-dessus de nos têtes ferait certainement avancer la question.

§ 4. — Électricité industrielle

Nouveau Voltmètre d'étalonnage. — A une récente séance de la Société internationale des Electriciens, M. Pérot a décrit un voltmètre électrostatique d'étalonnage, basé sur l'attraction de deux disques placés en regard à une faible distance, et chargés à une certaine différence de potentiel. Les deux plateaux sont formés par deux lames de verre argentées, placées à 0,4 millimètre l'une de l'autre. L'attraction est très faible. Pour une différence de potentiel de 10 volts, la force est de 1/100 gramme. La lame supérieure est maintenue à la partie inférieure par des ressorts en pincettes et à la partie supérieure par un ressort compensateur. Lorsque la lame est attirée, on peut la ramener à sa place première en allongeant le ressort compensateur. L'allongement est proportionnel au carré de la différence de potentiel. On peut déterminer facilement cet allongement par le déplacement sur une graduation d'un index maintenant le ressort. Pour pouvoir ramener la plaque supérieure à la même distance, on a recours à un phénomène optique. On prend une surface sphérique pour lame supérieure et on fait tomber un rayon lumineux normalement. On obtient alors des anneaux analogues aux anneaux de Newton. On a ainsi par projection un point de repère bien déterminé. Ce dispositif est certainement intéressant; mais l'appareil ne permet de mesurer que le dixième de volt.

[1] L'Horse-Power représente 1,012 cheval-vapeur.

§ 5. — Hygiène publique

Le traitement des ordures dans les grandes villes. — Au moment où fonctionne en Amérique un excellent procédé de transformation des gadoues, il semble intéressant de résumer les avantages et les inconvénients des méthodes actuellement appliquées dans les grandes villes pour se débarrasser de ces nuisances.

A Paris, le cube de gadoues enlevées est d'environ un million de mètres cubes; la grande teneur en azote, acide phosphorique et potasse fait rechercher ces matières comme engrais. La fumure obtenue par épandage direct, à la dose de cent mètres cubes par hectare-an, est très puissante, mais aussi très coûteuse (3 à 600 francs); la moitié des ordures parisiennes est utilisée dans le département de la Seine; le reste, expédié plus loin, est également employé par l'agriculture.

Le principal reproche fait à l'épandage direct est, outre le prix de 2 francs par tonne payé à la ville, de ne pas détruire les germes et de propager peut-être des maladies; aussi plusieurs hygiénistes proposent-ils purement et simplement l'incinération.

Les Anglais ont, en partie, adopté les fours à incinérer, mais seulement sur une faible échelle; dans beaucoup d'usines, les fours se sont montrés très défectueux : ils ont brûlé incomplètement les gadoues en répandant une odeur infecte, et le prix de revient de l'opération s'est maintenu très élevé. A Philadelphie, la moitié des résidus de la ville est détruite dans des foyers à récupérateurs alimentés au gaz d'eau. Par le feu, les germes sont infailliblement détruits, mais l'opération est financièrement onéreuse : sans compter les frais de transport des ordures et la décharge des scories, on évalue à 1 franc et jusqu'à 1 fr. 50 par tonne le coût de l'incinération; de plus, la perte de l'azote, représentant environ les deux tiers de la valeur de l'ordure verte, font abandonner ce procédé barbare.

Dans cette même ville de Philadelphie un autre procédé est en usage : c'est le procédé Arnold, satisfaisant hygiénistes et agronomes, très applicable en raison de la faible dépense qu'il exige. Les gadoues sont stérilisées par l'action de la vapeur d'eau à 4 atmosphères; les substances se transforment en une pulpe qui, égouttée, forme, après dessiccation, un excellent engrais contenant tout l'azote et tous les principes fertilisants de la gadoue brute. Cet engrais, de conservation indéfinie, est d'un écoulement facile. L'eau d'égouttage entraîne les graisses en émulsion. D'après le rapport de M. Livache, ingénieur civil des Mines, 100 parties d'ordures tout-venant donnent environ : 2,5 de graisse vendue sans purification 0 fr. 30 le kilogramme, et 15 parties d'engrais valant de 40 à 60 francs la tonne.

Il nous reste à mentionner un excellent moyen applicable à la destruction des débris animaux, déchets de boucheries, abats, etc., préconisé par M. Aimé Girard. L'acide sulfurique à 60° est un bon dissolvant des tissus : avec 320 kilos d'acide recouvrant 204 kilos de viande de mouton, la solution fut complète en moins de 48 heures. Les graisses, fondues par la chaleur des réactions, viennent surnager; le sirop noir obtenu est employé à la préparation des superphosphates. L'opération écarte toute épidémie, les spores mêmes du charbon ne résistent pas au traitement.

En résumé, la fumure directe est dangereuse et ne détruit pas les microorganismes de la putréfaction, agents de diverses épidémies; l'incinération est barbare et coûteuse; seules, les méthodes de *transformation chimique*, satisfont tous les desiderata.

Marcel Molinié.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Les voyages d'étude de la « Revue » : Voyage en Egypte. — En tête de sa dernière chronique, la *Revue* a indiqué dans quel esprit à la fois scientifique et pratique elle avait décidé d'entreprendre toute une série de voyages d'étude, sous le patronage d'un *Comité*

dont elle est heureuse et fière d'avoir obtenu le concours.

Sans pouvoir préciser encore les détails d'itinéraire et d'organisation, la *Revue* croit devoir annoncer qu'elle met dès à présent à l'étude, pour être prochainement soumis au Comité, un projet de voyage en Egypte, qui devrait se placer à la fin des vacances universitaires de cette année, c'est-à-dire au mois d'octobre.

Les récentes complications de la question d'Orient n'ayant heureusement pas agité cette terre classique, il nous paraît à propos de commencer par elle la série de nos voyages. De bonne heure parvenue à une civilisation manifestée par un grand développement des arts et des sciences, l'Egypte a été, à l'égard de plusieurs peuples de l'Antiquité, la nation initiatrice; pour n'en point citer d'autres exemples, parmi les bijoux trouvés à Mycènes et à Argos, il en est qui prouvent clairement que son goût n'a pas été sans influence sur les origines mêmes de l'art grec. C'est à ce titre d'initiatrice qu'il convient de la visiter la première.

D'autres souvenirs nous y attirent. Lors de son expédition en Egypte, Bonaparte n'avait pas seulement voulu occuper militairement un point stratégique dont il avait deviné toute l'importance future; il avait le projet d'y importer notre culture, nos procédés scientifiques, d'y réveiller le commerce et l'industrie. C'est pour cela qu'il avait créé cet *Institut du Caire*, qui, au cours de sa brève existence, fit preuve d'une si féconde activité. Sous sa direction furent fabriqués de l'acier, des armes, de la poudre, des draps, des machines hydrauliques, des instruments de Mathématique et d'Optique. « Plusieurs fois obligés de substituer des armes aux instruments géométriques et, en quelque sorte, de disputer et de conquérir le terrain que l'on avait à mesurer », ses ingénieurs et ses astronomes dressèrent une carte de l'Egypte en 50 feuilles. Dès ce moment, l'idée ancienne de faire communiquer la Méditerranée avec la mer Rouge fut reprise, avec une prévision très nette de la révolution commerciale qu'a, en effet, entraînée l'ouverture du canal de Suez.

Au retour en France, un monument magnifique fut dressé, composé de toutes les monographies savantes rédigées par les membres de cet Institut et par leurs collaborateurs : Jomard, Costaz, les colonels Coutelle et Jacotin, le général Andréossy, Monge, l'astronome Nouet, le baron Larrey, le musicien Villoteau, les naturalistes Geoffroy Saint-Hilaire, J.-C. Savigny, Victor Audouin, toute une pléiade d'ingénieurs, Lancret, les deux Le Père, du Bois Aymé, P.-S. Girard, Chabrol, Jollois, de Rozière, P.-D. Martin, l'architecte Norry, les pharmaciens en chef Boudet et Rouyer, d'autres encore qu'il serait trop long d'énumérer.

Dans la préface de ce grand ouvrage, on a pris soin d'indiquer sur quels sujets les auteurs de ces mémoires ont fait porter leurs recherches :

« 1° Sur les institutions, les mœurs, la littérature, les sciences, les arts, le système des mesures et l'industrie des anciens Egyptiens;

« 2° Sur la géographie ancienne et moderne, l'histoire de l'Egypte, le gouvernement actuel de ce pays, la religion, les mœurs, les usages publics ou particuliers, l'état des arts, de la littérature et des sciences, l'agriculture, l'industrie, les revenus publics, la navigation et le commerce;

« 3° Sur la nature et l'état physique du sol, de l'air et des eaux, sur la zoologie, la botanique, la minéralogie et la géologie de l'Egypte. »

C'est ce programme d'études que nous voudrions faire nôtre pour ce voyage d'Egypte, non pas en le conservant dans toute son ampleur et dans son infini détail, — il serait vain d'y prétendre, ne disposant que d'un temps fort court; mais, ce que désire la *Revue*, c'est que, par quelques conférences, par quelques explications données sur les lieux mêmes, les questions les plus importantes de ce programme soient traitées devant les touristes; ce qu'elle voudrait aussi, ce serait susciter par son initiative quelques travaux qui seraient comme un complément moderne à l'œuvre de l'ancien *Institut du Caire* et qui, présentés à ses lecteurs, formeraient un ensemble d'études scientifiques sur des sujets de tout ordre relatifs à l'Egypte, ensemble analogue à la série de monographies qu'elle a déjà publiée au sujet du Congo français, de Madagascar et de la Tunisie.

La Thessalie. — La malencontreuse guerre gréco-turque et les négociations qui la terminent, ont détourné l'attention du public des difficultés dernières soulevées par la question d'Orient en Arménie et en Crète, pour l'amener sur la Thessalie. Les Turcs vainqueurs ont d'abord réclamé le champ de bataille dont ils étaient maîtres, et que les puissances leur avaient enlevé au Congrès de Berlin (1878-1881) pour le donner aux Grecs; au moins comptent-ils sur une rectification de frontière au sud de la Macédoine. Or, l'importance économique et militaire de la Thessalie est capitale pour la Grèce : malgré les torts des Hellènes, le concert européen, non seulement se déjugerait, mais mettrait en jeu la prospérité et la sécurité de leur pays, en tolérant que la Porte s'installât à nouveau dans la plaine du Pénée ou prît définitivement les routes qui y mènent du nord. (Voy. fig. 1, p. 448.)

Au point de vue physique et ethnographique, la Thessalie est une province grecque. Sauf par le climat, elle ressemble bien plutôt à l'Hellade qu'à la Macédoine : c'est le plus septentrional de ces bassins à demi fermés qui, au nord des collines de l'Attique, séparent les hautes chaînes du Pinde de la mer Egée; c'est une Béotie en grand. D'autre part, les Grecs de l'Antiquité avaient toujours considéré la plaine que barrent au nord l'Olympe et les monts Khassia comme ne faisant pas partie des pays barbares. Et de nos jours, malgré les invasions du Moyen-Age, qui y ont amené Goths, Huns, Bulgares et Slaves, aujourd'hui éliminés ou fondus avec les autres habitants, malgré une forte immigration de Turcs, d'Albanais musulmans et de Valaques (Roumanie), l'élément hellène et orthodoxe y domine de beaucoup. Les musulmans n'y sont que 10 °/₀ de la population totale.

Turcs et Albanais ayant violemment réprimé l'insurrection des Thessaliotes lors de la guerre d'indépendance, le traité d'Andrinople (1829) donna pour limite nord à la Grèce la ligne de l'Othrys, laissant la Thessalie au Sultan. Plus tard, les communautés orthodoxes de la région, appuyées, sinon par la Russie, au moins par l'Angleterre, qui venait de faire donner les îles Ioniennes à la Grèce (1862), demandèrent la réunion à ce royaume; et, quand éclata la guerre russo-turque, en 1877, une armée hellène ne fut retenue sur la frontière de l'Othrys que par l'intervention de la France et de l'Angleterre, créancières des Grecs. Le Congrès de Berlin (1878) ne voulut pas satisfaire toutes les exigences de la Grèce, qui réclamait, outre la Thessalie, l'Epire, où les Hellènes sont la minorité; mais les puissances furent d'accord pour porter les bornes du royaume jusqu'à la rivière Arta, aux monts Zygos, Kassia et Olympe, en laissant aux Turcs la haute vallée du Xerias, qui conduit dans celle du Pénée. La Porte ayant consenti en 1881, l' « hellénisation » du nouveau territoire fut menée avec assez de vigueur. On le divisa en trois nômes : Arta, Haute-Thessalie (Trikkala) et Basse-Thessalie (Larissa); un archevêque fut établi à Larissa; des Grecs immigrèrent pour remplacer ceux des Turcs qui partaient, on restaura quelques forts, on hâta les chemins de fer, on essaya la colonisation.

C'est que la Thessalie, avec ses 12.410 kilomètres carrés et ses 345.000 habitants, est une contrée économiquement nécessaire à la Grèce, parce qu'elle en diffère de sol et de climat. Les montagnes du pourtour sont des chaînes de calcaire couvertes de forêts, ou des plateaux ventueux avec de maigres pâturages, qu'utilisent les bêtes des Albanais et Valaques, encore à demi nomades. Mais la plaine intérieure semble plus favorisée que le reste de la Grèce. Avec ses hivers longs et froids, ses étés chauds et secs, elle fait songer à la Hon-

grie; et, de fait, la steppe s'y est installée comme sur la Theiss. Ce fut dans l'Antiquité un pays renommé de chevaux; la décomposition des herbes y a produit le même humus noir qu'au sud de la Russie. Le Pénée et ses affluents, qui débordent chaque année à la fonte des neiges, y couvrent leurs rives de limon, ou alimentent de fiévreux marécages. Prairies, marais et cultures se partagent ainsi le sol, et leur étendue respective varie selon les époques. En ce siècle, un imprudent déboisement des versants a diminué la régularité des crues; le système des latifonds à grands pâturages a été établi par les propriétaires turcs, auxquels les Grecs ont succédé en partie depuis 1881; enfin il y déjà se développait Volo, dont la population était montée depuis 1881 de 4.000 à 13.000 âmes, et qui a fait en 1892 un commerce de plus de 20 millions de francs. La Grèce, montueuse et dénudée, avait retrouvé l'équivalent de ses antiques colonies de la mer Noire.

Mais les ravages de la guerre se réparent; ceux qui viennent d'être exercés en Thessalie compromettent moins la prospérité de la Grèce, que ne sont dangereuses pour sa sécurité les revendications des Turcs. La Thessalie est un camp retranché qui couvre le chemin d'Athènes, et les récentes hostilités ont montré qu'un ennemi supérieur en nombre, qui en tient une partie ou seulement les portes, est près de l'avoir tout,

E. Michiels

Fig. 1. — *Carte des frontières de la Grèce et de l'Empire Ottoman.*

avait, avant la guerre, défaut de bras, parce que les paysans Ottomans qui ont émigré n'ont pas été remplacés tous par des Hellènes, d'ailleurs moins rompus à l'agriculture. La steppe et le marais l'emportent donc, la campagne est pauvre, la densité faible (25 habitants au kilomètre carré), les champs localisés autour de petites villes, sales, et ne présentant même plus l'animation du temps des bazars musulmans : avant la guerre, Trikkala avait 10.000 habitants, Larissa, 13.000, et les Juifs y faisaient tout le commerce. Mais la situation eût pu changer si l'agression des Grecs en Macédoine n'était pas venue compromettre l'œuvre de colonisation commencée. L'Ossa et le Pélion produisent des olives, des figues et des raisins comme l'Hellade; et surtout la Thessalie pouvait fournir de plus en plus des denrées rares chez les Grecs, du froment, du maïs, du tabac, du coton et même du riz, des moutons et des buffles : chacun fît-il son devoir. Le golfe de Volo étant barré par l'étroit canal de Trikéri, la passe de Zygos sans route et souvent obstruée des neiges, on n'entre en Thessalie que par les chemins du Xerias, et l'on n'en sort que par la passe de Pharka, où l'on construisait une voie ferrée : Tournavos enlevée, il n'y a plus de vraie résistance possible qu'à Domokos, dont les fortifications sont antiques, et, Domokos pris, l'envahisseur se trouve sur le Sperchios, d'où les deux routes de Béotie et des Thermopyles mènent à Athènes. Toute rectification de frontière au profit des Turcs semble donc devoir les rendre maîtres virtuellement de la Thessalie. Il faut convenir qu'après leur victoire et les concessions qu'on leur a imposées au sujet de la Crète, la situation est embarrassante.

J. Machat,
Agrégé d'Histoire et de Géographie.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS DE L'INDUSTRIE DES MOTEURS A GAZ ET A PÉTROLE EN FRANCE

I. — L'invention du moteur a gaz.

Le moteur à gaz est d'invention française; pour le démontrer, il nous paraît superflu de remonter à l'abbé Hautefeuille et aux temps où l'on ne fabriquait point encore de gaz; nous rappellerons de préférence que Lebon, aussitôt après avoir trouvé le procédé permettant d'extraire de la houille un gaz éclairant et combustible, indiqua nettement le moyen d'utiliser l'énergie de ce gaz. Son brevet, du 24 septembre 1799, mentionnait déjà la compression préalable, qu'on attribue faussement à William Barnett. Soixante ans plus tard, un autre Français, Lenoir, établissait la première machine capable d'une marche pratique. Ce sont là les véritables créateurs de cette brillante industrie des moteurs à gaz, devenue si importante aujourd'hui.

On a voulu joindre à ces noms celui de Beau de Rochas, dont les idées fécondes et neuves auraient hâté certainement l'évolution du moteur à gaz, si le penseur profond et original avait été doublé d'un mécanicien aussi habile. Mais ces qualités ne marchent pas toujours de pair; d'ailleurs, la mise en œuvre et l'exploitation des découvertes ne semblent pas données au génie français, qui est caractérisé par plus d'invention que de savoir-faire, et par une initiative plus intellectuelle que commerciale, ainsi que l'histoire de Denis Papin et du marquis de Jouffroy en offre deux célèbres exemples.

Aussi n'est-ce ni Lebon, ni Lenoir, ni Beau de Rochas qui devinrent le Watt du moteur à gaz; la fortune et le succès de Watt et de Fulton échurent à Nicolas-Auguste Otto et à son collaborateur et associé Eugène Langen, qui établirent d'abord un moteur atmosphérique fort intéressant, mais atrocement bruyant, puis un moteur à quatre temps, qui a marqué un progrès énorme en 1876, et qui constitue encore le type le plus parfait et le plus économique du genre, le seul que l'on construise aujourd'hui, sous les formes les plus variées et les noms les plus divers. De 1876 à 1881, époque de la mort d'Otto, les ateliers de Deutz, près de Cologne, fournirent 5.425 moteurs, représentant un total de 16.189 chevaux; à ce jour, il en a été vendu plus de 50.000 (développant au moins 350.000 chevaux) par la maison de construction rhénane et ses nombreux concessionnaires à l'étranger, parmi lesquels nous citerons : la Compagnie française des moteurs à gaz; MM. Crossley frères, de Manchester; Fétu, de Liège; Schleicher-Schumm, de Philadelphie, etc. Cinquante-deux brevets d'addition et de perfectionnement ont été pris depuis 1876 et plus de cent récompenses d'expositions et de concours sont venues consacrer le succès de cette remarquable machine et glorifier le nom de l'heureux ingénieur allemand, que l'Université de Wurzbourg a honoré d'un diplôme de docteur, et qui est devenu ainsi pour la postérité le Dr Otto. Son mérite n'est pas d'avoir inventé le cycle à quatre temps, qui paraît bien appartenir à Beau de Rochas, mais d'en avoir reconnu les avantages et d'avoir trouvé le moyen de l'appliquer, ce que de Rochas n'avait point su faire.

II. — Organisation de l'industrie des moteurs a gaz en Grande-Bretagne et en Allemagne.

Les ateliers de Deutz, où ce sont développés les moteurs Otto, sont très considérables, mais leur importance est dépassée par l'usine des frères Crossley, les plus connus parmi les concessionnaires d'Otto. Ces immenses ateliers, situés à Openshaw, près de Manchester, couvrent près de 4 hectares et ont une population de mille ouvriers et employés; il existe, de plus, douze maisons de réparations, réparties dans les plus grandes villes des Iles Britanniques. La maison Crossley a vendu à elle seule 28.000 moteurs, pouvant développer 185.000 chevaux; sa production annuelle est maintenant de plus de 3.000 moteurs, qui sont exportés dans tous les pays du monde. MM. J. et O.-G. Pierson, agents de la maison en France, en placent un grand nombre dans notre pays; malgré les droits d'entrée dont ces machines sont grevées, leurs prix sont souvent inférieurs à ceux de la construction française, à laquelle elles font une redoutable concurrence.

La puissante maison Tangye, de Birmingham, marche depuis quelque temps sur les brisées de MM. Crossley et elle a placé de beaux moteurs dans le Nord, à des prix qui témoignent du désir de se créer une clientèle française.

Signalons enfin, parmi les constructeurs anglais qui importent des moteurs dans notre pays : MM. Andrew, de Stockport; Fielding et Platt, de Gloucester; Peter Burt (Acmé), de Glasgow; Taylor (Midland), de Nottingham, etc., mais le

chiffre d'affaires de ces dernières maisons est assez restreint en France et nous ne les citons que pour marquer notre intention d'être complet.

L'importation allemande, belge et suisse est, pour ainsi dire, nulle.

La France, il faut le déclarer bien haut, pourrait se suffire à elle-même et elle se passerait sans peine du concours de l'étranger. Nous ne faisons assurément pas moins bien que les autres, nous le prouverons plus loin : si nos constructeurs réclament de la protection, c'est parce qu'ils font généralement plus cher. Cela tient à des causes multiples et surtout à ce que nos ateliers de construction ne sont ni assez importants, ni assez spécialisés : le moteur à gaz doit se construire comme les machines à coudre et les vélocipèdes, par séries, de manière à réduire au minimum tous les frais de production. C'est la règle du travail dans ces grands établissements étrangers, qui livrent jusqu'à soixante machines par semaine ; or, cette organisation du travail est la première condition d'abaissement des prix de revient. La spécialisation des ingénieurs, du personnel, des machines-outils est un autre élément, non moins important, qui nous manque généralement aussi en France, alors que cela existe ailleurs. La maison Crossley, qu'on ne se lasse pas de citer, n'a d'autre objectif que la construction, l'étude, le perfectionnement et la vente des moteurs ; à des collaborateurs éprouvés par trente ans de pratique du moteur, elle a adjoint plus récemment M. Atkinson, dont la compétence n'a pas à être signalée ; elle s'est outillée d'une façon admirable ; elle a la propriété de plus de cent brevets, dont quelques-uns sont excellents, relatifs à l'allumage, à la mise en marche, à la régulation, au balayage des produits, notamment par le principe du *scavenging*, préconisé par M. Atkinson ; tout est centralisé à Openshaw ; au lieu de concéder à l'étranger des licences de construction, elle préfère y vendre ses moteurs, établis par elle dans les meilleures conditions de vente. Une réclame fructueuse a conduit à ce résultat, c'est que dans les principales villes d'Angleterre, il y a un moteur Crossley par 600, au plus par 1.500 habitants. Chez nous, en France, les moteurs à gaz de toute marque sont loin d'être aussi répandus et, dans cette ville de Lille, de plus de 200.000 habitants, si ouverte à tout perfectionnement industriel, il s'en faut de beaucoup qu'il y ait 300 moteurs. A Paris, sur 270 millions de mètres cubes de gaz vendus par la Compagnie parisienne, il n'y en a que 6 qui aillent aux moteurs à gaz. Il en faut rechercher la cause dans le prix élevé des moteurs et dans celui du gaz ; de plus, les constructeurs, au lieu de se syndiquer moralement, se font une guerre acharnée et maladroite. Chacun d'eux revendique pour son moteur, et pour lui seul, toutes les perfections ; tout insuccès des collègues (je me garde bien de dire confrères, de crainte de faire penser aux frères ennemis) est proclamé *urbi et orbi*, à son de trompe, au grand détriment de la corporation. A quoi sert-il, dès lors, d'appeler les moteurs des noms suggestifs d' « incomparable » ou de « merveilleux », et de leur appliquer tous les comparatifs et tous les superlatifs de notre langue ? Il serait peut-être spirituel, mais je croirais injuste, de dire que chez nous l'industrie des moteurs à gaz est encore dans l'enfance : constatons seulement que ses procédés sont tout au moins puérils.

Elle devrait pourtant être florissante, cette belle industrie, née sur notre sol, et développée par le concours d'ingénieurs instruits non moins que laborieux et de constructeurs habiles et consciencieux. L'historique que je vais tracer des péripéties qu'elle a traversées, confirmera le lecteur dans cette opinion, énoncée sans chauvinisme d'aucune sorte [1].

III. — Evolution de l'industrie des moteurs a gaz en France.

Le moteur Lenoir, breveté le 24 janvier 1860, fut construit d'abord par la maison Marinoni, puis, à partir de 1865, par la Compagnie Parisienne ; dès 1864, il existait déjà à Paris 127 moteurs Lenoir, d'une puissance de 4 chevaux à un demi-cheval, dépensant moyennement 2.000 à 3.000 litres de gaz par cheval et par heure. Le moteur Hugon, avec allumage par brûleur et injection d'eau pulvérisée dans le cylindre, vint abaisser la consommation du gaz et surtout la dépense d'huile dont se plaignaient amèrement les clients de Lenoir ; malgré cela, il ne se vendit que quelques centaines de machines Lenoir ou Hugon, de 6 chevaux au plus. Le moteur atmosphérique Langen et Otto fit son apparition à l'Exposition de Paris de 1867, et Tresca reconnut que, même pour une puissance d'un demi-cheval, la consommation de gaz ne dépassait pas 1.365 litres par cheval-heure, allumage compris ; on réussit encore à abaisser cette consommation à 800 litres dans des moteurs plus puissants, et ce beau résultat réconcilia la petite industrie avec le moteur à gaz. Mais il fallait être sourd pour s'habituer au ferraillement et aux chocs de ce pilon d'un nouveau genre ; de Bischopp sacrifia habilement une partie des avantages du moteur Langen et Otto, et il réussit, en 1872, à constituer une petite machine verticale, extrêmement simple, d'une conduite facile, fort silen-

[1] Les preuves justificatives de ce travail sont tirées, pour la plus grande partie, de mon *Traité des Moteurs à gaz et à pétrole*, qu'on me dispensera de citer.

cieuse, à consommation assez réduite, dont il fut construit un grand nombre par MM. Mignon et Rouart, de Paris. On cite de ces machines qui ont marché deux et même trois mois de suite sans qu'on eût d'autres soins à leur donner que de garnir leurs graisseurs d'huile : voilà bien le moteur qu'il fallait pour la petite industrie.

M. Ravel, qui est un des promoteurs les plus convaincus et les plus actifs du moteur à gaz, présenta sa première invention à l'Exposition de 1878, et elle y fut remarquée, même à côté du moteur Otto, qui attirait alors tous les regards. Malheureusement, l'idée valait mieux que le constructeur, et cette machine oscillante n'eut qu'un succès d'estime. Nous croyons que M. Ravel se découragea trop vite, car son moteur était remarquable par l'économie réalisée dans la consommation du gaz.

Mais on était alors tout à Otto et à son cycle à quatre temps. Toutefois, il restait bien des objections contre ces machines dans lesquelles un seul coup est impulsif sur les quatre coups dont se compose son cycle, et l'on était fortement tenté d'arguer contre elles de l'irrégularité qui devait caractériser la vitesse de ces machines. M. Dugald Clerk imagina, en 1879, une marche à deux temps, dans laquelle la compression préalable devait se faire dans un cylindre distinct, ce qui permettait d'obtenir une impulsion motrice par tour : Kœrting-Lieckfeld, Wittig et Hees, Andrew, Benz, Ravel et d'autres encore firent preuve d'une grande ingéniosité dans ces recherches, et ils obtinrent de beaux résultats ; mais la consommation des moteurs à deux temps resta toujours supérieure à celle des moteurs Otto.

On acquit bientôt la conviction qu'il fallait nécessairement que le cycle se développât en entier dans un seul cylindre compresseur et moteur. Or, Otto revendiquait le privilège de ce système. C'est alors qu'on découvrit le fameux brevet de Beau de Rochas, pris en 1862, abandonné dès sa seconde annuité, ne figurant pas dans les collections officielles, oublié de tous, et peut-être même de l'auteur : on en fit un argument d'attaque contre Otto, et les tribunaux furent appelés à trancher la question. Ce n'est pas chose aisée pour des juges, quelque intelligents qu'ils soient, de se faire une conviction en une matière aussi délicate et d'ordre absolument scientifique et industriel : aussi les solutions adoptées à Londres et à Leipzig ne furent-elles pas les mêmes que celles auxquelles on s'arrêta à Munich et à Paris.

En France, les hostilités furent ouvertes par Lenoir, le célèbre inventeur du moteur de 1860 : il débuta en faisant breveter, en 1881, l'addition au cylindre des moteurs à compression d'un réchauffeur remplaçant la chambre de compression ; puis, en 1883, il transporta ce réchauffeur dans le prolongement du cylindre, avec lequel il fit corps ; le tiroir fut aussi disposé sur le côté du cylindre suivant l'exemple donné, en 1881, par Crossley. Otto cria à la contrefaçon et Lenoir fut poursuivi dans la personne de ses constructeurs, MM. Mignon et Rouart.

Dans le courant de l'année 1884, MM. Ed. Delamare-Deboutteville et Malandin firent breveter un nouveau modèle de moteur, à quatre temps, caractérisé par un allumage électrique à l'aide d'une étincelle continue, et par un tiroir extrêmement simple. Ce moteur, qui a fait brillamment son chemin sous le nom de *Simplex*, était construit par la maison Powell, de Rouen. Ce moteur fut aussi saisi par Otto, et une action fut engagée contre Mignon, Rouart et Powell.

Me Pouillet plaida pour Otto, Me Huard pour Mignon et Rouart et Powell ; la 3e chambre du tribunal civil de la Seine, présidée par M. Gressier, donna tort à Otto. Le différend fut porté en appel devant la Cour de Paris, qui nomma experts MM. Mascart, membre de l'Institut, Banderali, ingénieur civil des Mines, et Violet, ingénieur civil : leur rapport fut déposé au greffe le 30 juin 1888, et le premier arrêt fut confirmé presque entièrement par jugement du 29 novembre 1888. Enfin, le 20 avril 1890 la Cour de cassation rejeta le pourvoi d'Otto : il ne lui resta plus qu'à maudire ses juges, à payer les frais et des dommages-intérêts considérables fixés par état.

Le cycle Otto, dénommé désormais le cycle Beau de Rochas, était dès lors à la disposition de tous : on ne se fit pas faute de l'appliquer et tous les moteurs, sauf un ou deux, dont nous parlerons, sont aujourd'hui à quatre temps. Ils ne diffèrent plus les uns des autres que par la forme et la disposition de leurs organes de distribution, d'allumage, de régulation, de mise en route ; les soupapes et les tubes d'allumage tendent à prévaloir. Ils sont, pour la plupart, à grande vitesse et à forte compression, ce qui permet d'augmenter leur puissance et d'améliorer leur rendement, ainsi que l'auteur de ces lignes l'a préconisé dès l'année 1883, dans ses *Études sur les moteurs à gaz tonnant*. Par contre, leur consommation à puissance moyenne croît sensiblement ; les difficultés de graissage et de refroidissement du cylindre s'exagèrent, l'usure est un peu plus rapide, et il faut des volants assez lourds pour effacer l'accélération due au coup dur de l'explosion d'un mélange fortement comprimé. Les bons constructeurs surmontent aisément ces difficultés, mais les qualités de la construction prennent une importance plus grande ; le type du moteur est de moins en moins à considérer, alors que l'habileté, la valeur et

l'honnêteté du mécanicien entrent de plus en plus en ligne de compte. Une concurrence acharnée a fait baisser les prix, qui restent néanmoins rémunérateurs, surtout pour les grands producteurs, ainsi que nous l'avons fait ressortir ci-dessus.

IV. — Principaux types de moteurs français susceptibles de grande puissance.

Nous allons passer rapidement en revue les principaux constructeurs français, et caractériser leur situation actuelle, d'après les renseignements que nous avons pu nous procurer et que nous avons la permission de communiquer au public.

§ 1. — Nouveau moteur Lenoir.

Le nouveau moteur Lenoir est construit par MM. Rouart frères et Cie, successeurs de Mignon et Rouart, à Paris; la Compagnie Parisienne a un droit de construction et de vente pour les départements de la Seine et de Seine-et-Oise; MM. Deneffe et Cie, de Liège, sont concessionnaires de l'étranger. D'intéressants essais, effectués par M. Hirsch, en 1890, ont fait ressortir les excellentes qualités de cette machine, pour laquelle il a été fait néanmoins peu de réclame, et dont la vente aurait pu être ainsi considérablement augmentée. MM. Rouart se sont fait, par contre, une spécialité des moteurs à essence de pétrole, au progrès desquels ils ont grandement contribué et dont ils ont su tirer un excellent parti pour les usages agricoles et la propulsion des bateaux. Mais le développement des moteurs à pétrole lourd (ou pétrole lampant) semble devoir paralyser aujourd'hui l'essor de ce genre de machines, dont l'emploi présentait bien des facilités, mais aussi quelques inconvénients connus de ceux qui s'en sont servis.

Fig. 1. — *Installation générale du moteur* Simplex *et de ses gazogènes et gazomètres* (aux moulins de M. Abel Leblanc, à Pantin).

§ 2. — Moteur Simplex.

Le procès soutenu contre Otto avait nui à l'expansion du moteur *Simplex*, qui était déjà établi en 1884, et pour lequel nous relevions en 1885 une consommation remarquable de 562 litres par cheval-heure effectif, sur un moteur de 8 chevaux, alimenté de gaz à 5.400 calories. Parfaitement construite dans les ateliers Powell, de Rouen, cette machine a su faire brillamment son chemin, et, grâce à l'intelligente initiative de MM. Delamare-Deboutteville et Malandin, elle a réalisé d'incessants perfectionnements : l'énumération détaillée de ces améliorations nous entraînerait trop loin, mais nous ne pouvons nous dispenser de signaler les faits les plus saillants de cette intéressante his-

toire. Et d'abord, c'est M. Delamare-Deboutteville qui a introduit en France la marche au gaz pauvre, ainsi qu'en témoignent nos essais de 1885, faits à Rouen avec un gazogène Dowson; en 1887, un moteur et un gazogène fonctionnaient à l'Exposition du Havre; en 1888, les moulins Barataud, de Marseille, étaient actionnés par ce procédé et, à l'Exposition de 1889, un moteur de 100 chevaux marchait sous les yeux des visiteurs accouplé à un gazogène Buire-Lencauchez. Mais voici un second point à noter: alors qu'à cette même Exposition de 1889, les ingénieurs de la maison Otto présentaient un moteur de 100 chevaux à quatre cylindres, le *Simplex* abordait cette puissance formidable dans l'espèce par un seul cylindre de 575 millimètres de diamètre et $0^m,95$ de course. Ce n'était qu'un début: en 1893, M. Matter, successeur de M. Powell, établissait un Simplex de 250 chevaux effectifs par un seul cylindre de 870 millimètres de diamètre. C'est le mammouth du genre : il est installé dans les moulins de M. Abel Leblanc, à Pantin, et il consomme 468 grammes de charbon maigre d'Anzin par cheval-heure effectif. Malgré un accident, survenu à l'arbre de couche, de construction défectueuse, le propriétaire de ces beaux moulins donnait, en juillet 1896, une attestation de bonne marche, qui témoigne de la viabilité d'un moteur monocylindrique de 300 chevaux : c'est une étape nouvelle du moteur à gaz vers les grandes puissances.

La figure 1 montre l'installation générale du moteur et de ses gazogènes et gazomètres; la figure 2 représente une vue d'arrière du moteur.

Un nouveau type a été exposé à Rouen en 1896: il est caractérisé par un bâti Corliss à baïonnette et par un arbre à manivelle, identiques aux bâtis et aux arbres des machines à vapeur les plus modernes; on le voit sur la figure 3. La suppression de l'arbre à vilebrequin et cette création de puissants moteurs monocylindriques[1] constitue un sérieux progrès, dont nous sommes heureux de reporter l'honneur sur des ingénieurs et des constructeurs français[2].

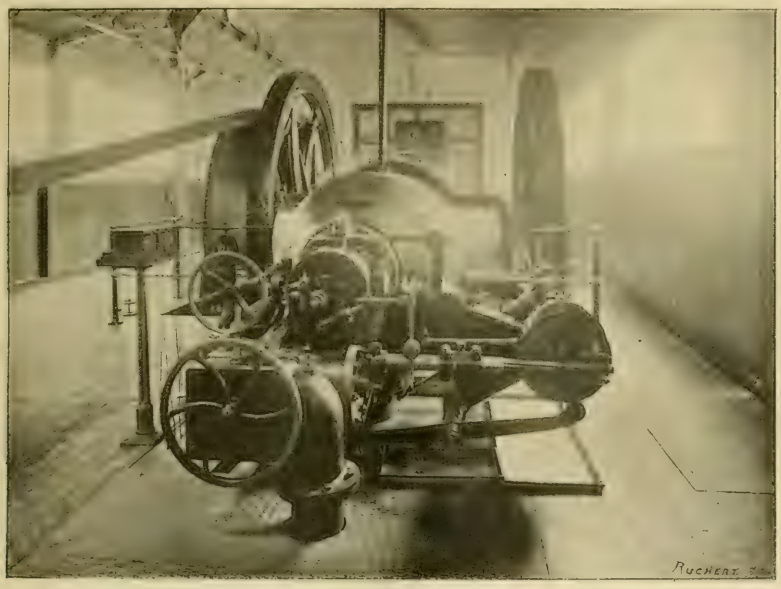


Fig. 2. — *Vue d'arrière du moteur* SIMPLEX (Moulins Abel Leblanc, à Pantin).

[1] M. Meyer, *privat-docent* à l'Ecole supérieure (*Technische Hochschule*) de Hanovre, vient de publier un fort beau travail d'analyse sur un moteur à deux cylindres opposés, livré par les ateliers de Deutz au service des eaux de Bâle: ce moteur développe 200 chevaux indiqués. L'auteur de cette étude paraissait d'abord peu favorable à l'établissement de puissants moteurs et la première partie de l'article reflète cet état d'esprit; mais on peut croire qu'il a été converti par les résultats observés par lui. En effet, la consommation du coke, dont on alimentait le gazogène, a été de 861 grammes par cheval-heure effectif, et M. Meyer constate qu'une bonne machine à vapeur jumelle, installée dans la même usine, consommait un tiers de combustible en plus. Nos essais de 1890 sur le moteur Simplex de l'Exposition de Paris, avaient donné un résultat non moins remarquable.

[2] Nous avons applaudi à la distinction méritée qui vient d'être accordée à M. Delamare-Deboutteville.

Les ateliers Powell, qui construisent le Simplex, sont importants : ils couvrent 60 ares et occupent 200 ouvriers, sans compter ceux que la maison emploie au dehors. L'outillage est complet et comporte des machines spéciales pour la fabrication des moteurs. La production a dépassé 1.800 chevaux de puissance, en 1895, et nous relevons dans ce compte de fortes machines, qui élèvent beaucoup la moyenne par moteur. On nous a cité, parmi les installations faites depuis 1889, 12 unités supérieures à 100 chevaux et 24 supérieures à 40 chevaux. Pour que l'initiative féconde des inventeurs du *Simplex* portât ses fruits, il faudrait que la construction de ces gros moteurs fût faite par un établissement analogue à ceux de Deutz ou de Manchester, possédant, comme eux, de grands capitaux et un marché international assuré par de nombreux agents : si le *Simplex* était anglais ou allemand, on ne construirait pas 1.800 chevaux par an, mais on en ferait 10.000, et bien des gazogènes auraient déjà remplacé des chaudières à vapeur.

Le moteur de MM. Delamare-Deboutteville et Malandin a obtenu en 1889, à Paris, une médaille d'or, qui était la plus haute récompense accordée aux moteurs à gaz, et, depuis lors, à diverses Expositions, notamment à Chicago, en 1893, trois diplômes d'honneur et un grand prix.

§ 3. — **Moteurs Niel.**

M. Niel est, lui aussi, un vétéran des moteurs à gaz, car son premier brevet date de 1882; c'était un moteur compound, dans lequel on se proposait de mieux utiliser la chaleur de l'échappement, à l'aide d'un réchauffeur : cette tentative de compoundage n'a pas mieux réussi à M. Niel qu'à ses concurrents. En 1888, on vit paraître un moteur Niel à quatre temps, caractérisé par sa distribution, effectuée par un robinet tournant, et par l'emploi d'un ingénieux régulateur d'inertie à chocs : pour allonger la détente sans diminuer la compression, l'inventeur supprimait l'admission aux deux tiers de la course, ce qui constituait une modification, marquée au coin des plus fécondes nouveautés. M. Niel obtint une médaille d'argent pour son moteur, et une Société fut constituée, en janvier 1891, au capital de 300.000 francs : ce capital, qui était trop faible, vient d'être porté à 700.000 francs, ce qui est encore trop peu; mais le talent et l'activité de l'ingénieur en chef de la Société, M. Wehrlin, la connaissance qu'il a du moteur à gaz et son habileté commerciale ont suppléé à l'insuffisance du capital. En 1894, la Compagnie des moteurs Niel a construit, dans ses ateliers d'Evreux et d'Ornans, et vendu 238 moteurs, d'une puissance totale de 1.533 chevaux; cette puissance a atteint

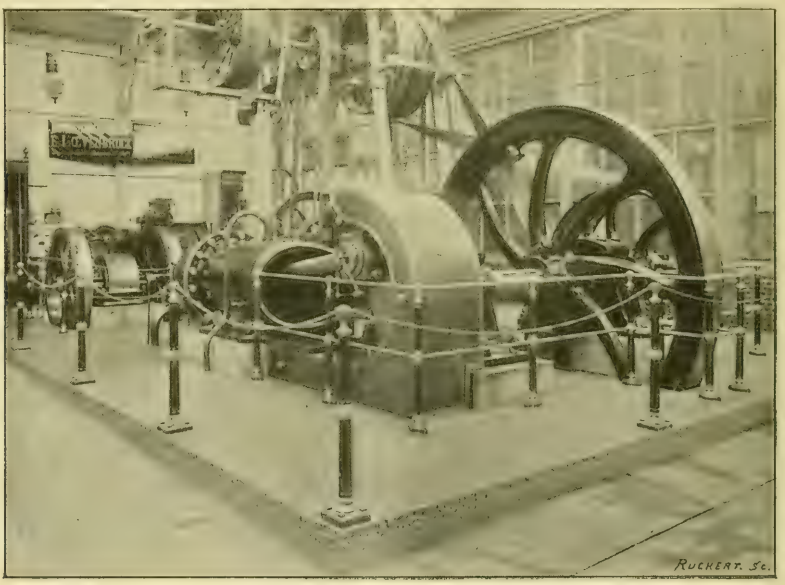


Fig. 3. — *Moteur à gaz Delamarre-Deboutteville* (Vue prise à l'*Exposition de Rouen* en 1896).

1.674 chevaux en 1895, et elle a encore augmenté en 1896. On construit aujourd'hui 52 types différents de moteurs Niel, variant d'un demi-cheval à 80 chevaux, fonctionnant au gaz de ville, à l'air carburé, au gaz pauvre ou au pétrole. Ces moteurs sont utilisés par la petite industrie, par les imprimeries, les ateliers de construction en bois et métaux, les élévations d'eau et surtout les stations centrales d'électricité. Nous mentionnerons spécialement les stations de Calais, Reims, Toulon, Nice, Lyon, Cognac, Royan, etc. La figure 4 montre l'installation de Calais, dans laquelle les dynamos sont directement accouplées aux moteurs par des embrayages à brosse, qui donnent une régularité remarquable. Des moteurs Niel sont installés aussi à la station centrale de Valence, en Espagne, à l'Ecole des Arts et Métiers du Caire, à l'usine à gaz de Beyrouth, à la Faculté des Sciences de Santiago du Chili, etc., ce qui témoigne du bon renom de la Compagnie et de son succès à l'étranger.

Pour propager le moteur à gaz dans la petite industrie, où il peut rendre tant de services, M. Wehrlin a inauguré un système de ventes à tempérament qui permet aux entrepreneurs les moins riches de s'installer mécaniquement et de payer les frais de leur force motrice sur les économies réalisées par la suppression du travail à la main, cette barbare application de l'homme à un travail inintelligent qui devrait être réservé aux bêtes de trait et de somme.

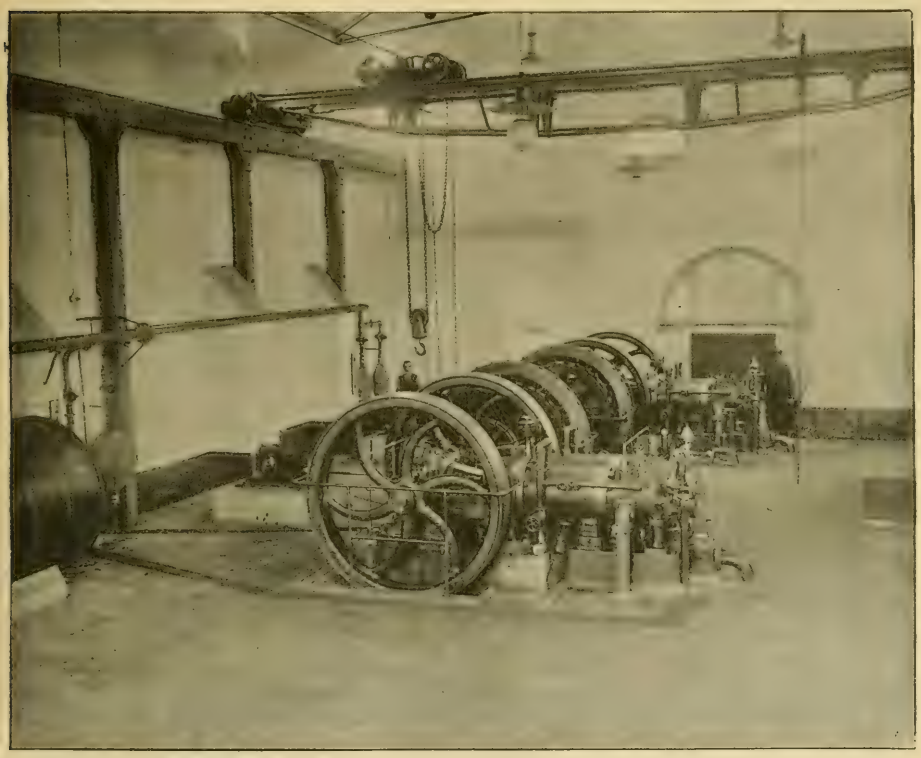


Fig. 4. — *Moteurs à gaz Niel avec accouplement direct des dynamos qu'ils commandent, à la Station centrale d'Electricité de Calais.*

Le succès a répondu à cette louable initiative : plus de 180 moteurs Niel ont été installés à Paris et à Lyon pour des ouvriers en chambre dont aucun n'a laissé protester sa signature; on nous a dit que jamais le moindre retard ne s'est produit dans les paiements.

La Compagnie des moteurs Niel a été la première à construire en France les moteurs à pétrole : elle a créé des types spéciaux fort recommandables, à disposition verticale ou horizontale, d'une

puissance de 1 à 15 chevaux, dont la vente a été considérable, parce que M. Wehrlin s'est ingénié à en multiplier les applications; signalons, en particulier, les locomobiles pour l'agriculture et les irrigations, et une remarquable machine destinée à percer les trous des rails pour les éclissages de jonction; la Compagnie Thomson-Houston en a fait usage sur le tramway électrique de Pantin à la porte d'Allemagne, et elle a réalisé une sérieuse économie dans la pose de la voie[1].

Fig. 5. — *Moteur à gaz Charon, actionnant des dynamos pour l'éclairage électrique à l'Imprimerie Nationale.*

§ 4. — Moteurs Charon.

A côté du moteur Niel était apparu, dans la vaste halle des machines de 1889, un autre moteur portant un nom inconnu, originaire d'une petite ville du Nord, que les géographies omettent sou-vent de signaler; nous voulons parler du moteur Charon (fig. 5), construit à Solre-le-Château, breveté en août 1888; à la veille de l'Exposition, le 13 avril 1889, j'avais été appelé à essayer une machine à peine achevée, de 180 millimètres de diamètre et 360 millimètres de course, développant 4 chevaux à 166 tours, et j'avais eu la stupéfaction de constater une température de 250° à l'échappement et une consommation de 510 litres de gaz par cheval-heure effectif. Le gaz était riche, il est vrai, puisque je relevai un pouvoir de 5.980 calories par mètre cube, mais le rendement du moteur n'en était pas moins remarquable. Il était dû à une compression et à une détente variable sous l'action du régulateur, avec remisage dans un long serpentin des gaz explosifs ayant échappé à la compression; le procédé constituait une nouveauté aussi bien que le résultat obtenu; malgré cela, le moteur Charon n'obtint qu'une médaille de bronze, ce qui n'était pas assez. Le jury avait été

[1] Nous ne perdrons pas notre temps à énumérer et à compter les médailles et diplômes octroyés à la Compagnie Niel, auxquels s'est jointe heureusement une décoration qui avait été bien méritée.

sans aucun doute mal impressionné par l'aspect extérieur de cette intéressante machine, qui était mal dessinée et médiocrement construite; aujourd'hui le moteur Charon a des formes mieux étudiées et plus séduisantes et des grands prix ont fait oublier le bronze de 1889. Il revendique pour lui les consommations les plus réduites, quand il travaille à pleine charge, et d'intéressants procès-verbaux d'essais justifient cette prétention.

Ce moteur appartient à la Société nouvelle des Moteurs à gaz français, qui le construisait d'abord à Solre; cet atelier ayant été supprimé, plusieurs constructeurs furent chargés d'exécuter les commandes (notamment la Société de Fives-Lille) par une sorte d'adjudication échue, en ce moment, à MM. Maguin et Cie, de Charmes, dans l'Aisne, qui sont outillés spécialement pour établir ce moteur dans les meilleures conditions. La vente en est faite par la Société générale des Industries économiques, au capital de 1.500.000 francs, qui a entrepris de grandes installations d'éclairage électrique : citons, entre autres, les éclairages de la gare de Tergnier (120 chevaux), des Nouvelles Galeries de Bordeaux (116 chevaux), de l'hôtel du Palais à Biarritz (60 chevaux), de l'Ecole des Arts et Métiers de Châlons (45 chevaux), du théâtre des Folies-Marigny (158 chevaux) et de l'Imprimerie Nationale de Paris (200 chevaux). Cette dernière installation mérite une mention toute particulière: elle comporte 2.300 lampes à incandescence de 16 bougies et 12 arcs de 10 ampères, alimentés par 4 moteurs de 50 chevaux, installés dans une cave voûtée de $7^{m},60$ de large et $8^{m},50$ de long; notre figure 5 montre la disposition adoptée pour les moteurs et les dynamos. La réception de cet éclairage a été faite le 1er septembre 1896, par MM. Ribourt et Vigreux, ingénieurs de l'Imprimerie nationale, et la marche des six premiers mois a fait ressortir une dépense de 950 litres par kilowatt enregistré aux compteurs, rendement des batteries d'accumulateurs y compris : c'est un fort beau résultat. Pour une dépense annuelle moyenne de 110.000 francs, l'Imprimerie Nationale jouit de deux fois plus de lumière qu'elle n'en avait autrefois à prix égal, en brûlant du gaz dans des becs plus ou moins économiques : j'avais déjà relevé cet avantage paradoxal de l'emploi des moteurs à gaz, dès l'année 1891, dans cette *Revue* même[1]. L'emploi du bec Auer est venu évidemment modifier les chiffres sur lesquels portait la comparaison que j'avais établie alors, mais la lumière électrique produite par l'emploi des moteurs à gaz reste, néanmoins, une des meilleures solutions qu'on puisse adopter en bien des cas. Le moteur Charon nous en donne une brillante démonstration. On nous dit que des expériences se poursuivent en ce moment en vue de l'application de ce moteur à la traction mécanique des tramways, à l'aide du gaz comprimé, par un système qui n'aurait rien de commun avec celui des tramways de Dessau, de Dresde, de Hanovre, de Blackpool, de Neuchâtel, etc.; nous faisons tous nos vœux pour le succès de cette entreprise, car sur ce point la construction française était restée en retard, ainsi que nous le dirons ci-après.

V. — Types spéciaux de moteurs français de petite et de moyenne puissance.

En outre des moteurs français dont il a été question ci-dessus, nous avons le devoir de signaler quelques types dont le mérite est indiscutable.

M. Levasseur, d'Evreux, construit un moteur à tiroir circulaire qui fournit, paraît-il, de très bons résultats et se vend bien. M. Cadiot, de Paris, s'est fait une spécialité des petits moteurs à grande vitesse (Maurice, Marcel, etc.), destinés à actionner des dynamos. M. Crouan s'est donné pour but de réduire au minimum l'encombrement des moteurs et de les renfermer dans des caisses closes, permettant de les placer n'importe où, même dans des locaux remplis de poussière. Citons encore pour mémoire le Gnôme, et les moteurs Bilbaut, Durand, Millot, Pellorce, Delahaye, etc., etc., à gaz, à essence ou à pétrole lourd.

A Vierzon, il s'est formé deux importantes maisons de construction. MM. Merlin et Cie, qui occupent 200 ouvriers, et dont les ateliers couvrent 12.000 mètres carrés, construisent surtout des moteurs à pétrole; leur machine, qui n'est pas sans analogies avec le moteur allemand Grob (brevet Capitaine), a remporté le premier prix au Concours de Meaux de 1894. Ils construisent des moteurs de un demi à 16 chevaux. MM. Brouhot et Cie ont aussi adjoint la construction des moteurs à gaz et à pétrole à celle des machines agricoles et autres, pour lesquelles ils ont acquis une juste renommée; leurs ateliers ont une surface de 15.000 mètres carrés et renferment 250 ouvriers: un outillage perfectionné est appliqué à la fabrication des organes de moteurs. La puissance des moteurs Brouhot va d'un quart de cheval à 25 chevaux; le chiffre des ventes annuelles dépasse un million de francs; il a été placé à ce jour plus de 4.500 moteurs représentant près de 20.000 chevaux.

MM. Japy frères et Cie, de Beaucourt (Haut-Rhin français), ont créé un type de moteur à pétrole qui mérite le nom qui lui a été donné, « *Le Succès* »;

[1] Du rendement photogénique des foyers, in *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, t. II, p. 663.

il ne possède ni pompe à air, ni pompe à pétrole, ni carburateur, ni pulvérisateur, et le nombre de ses organes est réduit au minimum. Malgré cela, la consommation des plus petits modèles ne dépasse pas un demi-litre de pétrole par cheval-heure effectif. Un moteur Japy à deux pistons opposés dans le cylindre réalise un équilibrage parfait, qui permet de concevoir les plus grandes espérances pour son application à la traction des voitures, aux lieu et place du moteur Daimler, d'origine allemande.

A Lille, un ingénieur distingué, M. Letombe, s'est donné pour tâche de réaliser une marche à double effet et à détente variable, et il y a réussi. La distribution est faite par un jeu de clapets métalliques, rappelant la distribution à deux tiroirs des machines à vapeur à détente Meyer. Cette machine présente la curieuse particularité de s'arrêter toujours dans la position voulue pour démarrer ensuite en charge, sans qu'on ait à agir sur le volant. La régularité de marche est telle qu'à Croix, chez MM. Masurel et Caen, un moteur de 30 chevaux peut commander à la fois d'immenses tonneaux à rotation alternative et une dynamo, sans que l'éclairage cesse d'être parfaitement uniforme. On nous a cité des rendements remarquables. Ce moteur est établi par MM. Mollet-Fontaine et Cie, qui ont formé le projet de développer sa construction et d'aborder les plus grandes puissances.

A Lille encore, MM. Caloin et Marc ont entrepris l'exploitation des brevets Heynen, datés de 1895, et caractérisés par un système ingénieux de détente variable avec compression constante; la variabilité de la compression a, en effet, l'inconvénient de faire croître la consommation aux faibles charges et c'est une heureuse innovation de maintenir sa constance. Une cinquantaine de moteurs ont déjà été construits et on a relevé des consommations très réduites : les fortes compressions pratiquées exigent des dispositions particulières pour maintenir la régularité cyclique nécessaire pour la commande des dynamos.

VI. — Systèmes d'alimentation des moteurs précédents.

L'alimentation aux gaz pauvres ne s'est peut-être pas répandue en France autant qu'on pouvait l'espérer, il y a dix ans, sans doute à cause du prix relativement élevé des charbons maigres et des anthracites soigneusement criblés, dont l'emploi s'impose dans les gazogènes. Mais nous possédons d'excellents générateurs de gaz en France, et nous avons cessé à cet égard d'être tributaires de l'étranger. Citons en premier rang le gazogène Buire-Lencauchez, et celui de MM. Fichet et Heurtey. Le premier est caractérisé par une cuve cylindrique à grilles avec cendrier arrosé d'eau; l'injection d'air est effectuée par un ventilateur spécial. Nous avons dit précédemment, en parlant du moteur Simplex, quelles importantes applications ont été faites de ce remarquable gazogène. MM. Fichet et Heurtey, qui se sont fait depuis longtemps un nom dans ce genre de travaux, ont modifié et perfectionné le gazogène américain de Taylor, à grille tournante, et ils en ont fait d'heureuses adaptations aux moteurs à gaz, parmi lesquelles nous relevons celle de la minoterie du cap Janet et de la Compagnie des tramways de Lausanne. Au cap Janet, le gazogène alimenté de coke était adjoint à un moteur Niel de 20 chevaux, et il ne devait pas consommer plus de 850 grammes de coke à 12 °/₀ de cendres et 4 °/₀ d'humidité par cheval-heure effectif; or, d'un procès-verbal dressé par M. Stapfer, ingénieur à Marseille, il appert que la consommation n'atteignit pas 775 grammes en combustible brut.

Une invention pleine d'originalité est celle du moteur thermique de Gardie, qui reçoit son gaz combustible d'un appareil soufflé à haute pression, sans interposition d'aucun scrubber, laveur ou gazomètre; le moteur est à deux temps et du troisième genre, à combustion et compression, avec régénération du calorique. La ville de Nantes, dans laquelle ce moteur a été construit et longuement essayé, s'est vivement intéressée à cette machine, qui vient seulement d'entrer dans la pratique : une machine de 25 chevaux éclaire le château de M. Prot, à Charbonnières, près Orléans.

Les frères Bénier avaient créé une machine à air chaud, à foyer intérieur, qui peut être comptée parmi les meilleures, attendu qu'un moteur de 20 chevaux ne consommait que 900 grammes de coke par cheval-heure effectif : mais les moteurs à gaz pauvre étaient venus supplanter ce genre de machines. MM. Bénier ont suivi le mouvement et ils ont imaginé un gazogène à aspiration, dans lequel un moteur à deux temps puise son gaz, au fur et à mesure de ses besoins, sans qu'il soit nécessaire de créer une réserve dans une cloche de gazomètre. Le problème était ardu, mais il a été brillamment résolu, ainsi que j'ai pu le constater en novembre 1894.

Un moteur-gazogène Bénier de 15 chevaux consomme 714 grammes d'anthracite à 8 °/₀ de cendres par cheval-heure effectif. Une cinquantaine d'installations ont été faites et nous indiquerons particulièrement celle des ateliers de Monchat, à Lyon, de la fabrique de pâtes alimentaires de Toulouse, de M. Aubert, à Paris, de la Station centrale d'Amplepuis, du collège Stanislas, du séminaire d'Issy, etc., qui ont donné pleine satisfaction et

ont témoigné d'une consommation très réduite. Des moteurs de 40 chevaux viennent d'être mis en service et nous serons bientôt à même de faire connaître leur dépense, en marche industrielle; on étudie d'ailleurs aussi le moteur de 60 chevaux. La Société des Moteurs-gazogènes Bénier est au capital de 1.250.000 francs; elle a pour constructeurs la Société Lyonnaise de construction de l'avenue de Suffren, à Paris, et M. Fournier, de Lyon.

VII. — Construction, en France, de moteurs étrangers.

Notre énumération de constructeurs français n'est sans doute pas complète, car un grand nombre de petits mécaniciens sont entrés dans cette voie, pourtant bien ingrate; mais nous croyons avoir mentionné la plupart d'entre eux; il convient toutefois d'adjoindre à cette liste quelques constructeurs français de moteurs étrangers, tels que MM. Boulet et Cie pour le moteur Kœrting, la Compagnie des Moteurs Universels pour le moteur Grob, à pétrole, M. Roger pour le moteur Benz, et, en tout premier rang, la Compagnie Française des moteurs à gaz, concessionnaire des brevets Otto.

Cette Compagnie avait été constituée, en 1878, au capital de deux millions, pour exploiter en France ces importants brevets : les machines étaient construites par la Société des constructions spéciales dans ses ateliers de la rue Lecourbe, à Paris. Ces deux Compagnies ont fusionné en 1890 et elles se sont organisées de manière à pouvoir aborder la construction des plus puissants moteurs et de livrer en moyenne une machine par jour; le capital social a été porté, en conséquence, à 3.250.000 francs. Abandonnant d'anciens préjugés, les ingénieurs de la Société nouvelle ont enfin pris le parti de faire les fortes compressions préalables, qui permettent le mieux de réduire la consommation et ne sont pas incompatibles avec une bonne marche et avec la stabilité des organes, quand leur construction reçoit les soins voulus, et ils ont été amenés ainsi à substituer une soupape au tiroir classique d'Otto ; l'arbre de distribution porte donc trois cames, commandant les soupapes d'admission, de mélange et d'échappement; l'allumage est effectué par un tube de porcelaine, qui est remplacé par une petite maquéto lorsqu'on se sert des gaz pauvres. Dans les machines destinées à actionner des dynamos d'éclairage, la came ordinaire est transformée de manière à supprimer les passages à vide et à obliger le moteur à prendre du gaz tous les quatre coups. Tout cela est rationnel, logique et bien compris; la plupart des constructeurs sont d'ailleurs entrés dans cette voie depuis plusieurs années déjà et ils s'en sont bien trouvés; si les propriétaires des licences Otto s'étaient décidés plus tôt à entrer dans le mouvement, alors qu'on le leur conseillait, il eût été difficile à tout autre de se créer une clientèle.

Un dernier type de moteur a été créé et appliqué aux puissances de 20 chevaux et plus, pour lesquels on garantit une consommation de 500 litres par cheval-heure effectif : nous n'avons pas eu l'occasion de contrôler cette garantie, mais l'ancienne réputation des ateliers de la rue Lecourbe nous autorise à ajouter foi à cette affirmation.

VIII. — Nouveaux modes d'utilisation des moteurs a gaz.

Les moteurs à gaz trouveraient un vaste champ d'utilisation dans la traction des tramways; cette branche a été trop négligée en France, semble-t-il. Par contre, nous avons été hardiment et heureusement de l'avant dans l'application des moteurs à la propulsion des bateaux : l'honneur de cette féconde initiative revient à un industriel du Havre, M. Capelle, qui a fondé une Société destinée à faire sur la Seine un service régulier de transports entre cette ville et Paris. Le gaz est emmagasiné dans des tubes en acier, disposés en batterie sur le pont, et il se rend au moteur après s'être détendu à la pression convenable dans un appareil spécial; une usine à gaz, située au milieu du parcours, assure le ravitaillement des chalands. Chaque tube ayant un volume intérieur de 135 litres, et la pression du gaz étant égale à 100 kilos au moins, on peut accumuler 13.500 litres par tube, soit 540 mètres cubes pour les 40 cylindres composant la batterie. Le moteur, du système Delamare-Deboutteville et Malandin, construit par la maison Matter, de Rouen, (ateliers Powell), actionne directement l'arbre à hélice, qui est du système Marc Glasson, à pas réversible; cet agencement se prête fort bien aux départs, aux changements de marche et de vitesse et aux arrêts.

L'emploi de l'essence de pétrole avait déjà permis à MM. Rouart frères d'exposer, en 1889, un canot mû par un moteur Lenoir, et les mêmes constructeurs avaient fourni au marquis d'Urre d'Aubay un yacht de plaisance qui a fait preuve des meilleures qualités de marche sur la Méditerranée.

MM. Lalbin, Forrest et Gallice et plus tard MM. Panhard et Levassor ont aussi obtenu de beaux résultats avec leurs canots à pétrole.

L'automobilisme réservait enfin aux moteurs à pétrole un succès indiscutable; les courses de Rouen, de Bordeaux, de Marseille ont consacré ce succès et établi la prééminence du moteur à pétrole sur la machine à vapeur dans l'espèce. Les inven-

teurs du genre ne sont pas Français : ils s'appellent Daimler et Benz; mais MM. Panhard et Levassor, Peugeot, Roger, Tenting, Lepape, Bollée, Landry, Beyroux, Rossel, Delahaye, Pellorce, Jeantaud, etc., ont établi des types de voitures qui font honneur au génie et au goût français. Le moteur Daimler, presque uniquement utilisé d'abord, s'est transformé successivement entre les mains des Panhard et Levassor et des Peugeot, au point de perdre sa marque d'origine, et les moteurs *Phénix* des premiers, le moteur sans nom des seconds, le *Japy*, le *Tentin*, le *Lepape*, le *Bollée* (nous nommerions le *Lalbin* si l'auteur ne paraissait avoir quitté la piste), et d'autres encore ont supplanté aujourd'hui les machines de provenance d'outre-Rhin. N'omettons pas de signaler les bicyclettes *Millet* et les tricycles de *Dion*, *Bollée* et *Gladiator*, dans lesquelles le moteur à pétrole vient soulager le touriste et lui épargner de rudes coups de pédale aux montées. L'emploi de l'acétylène, ce merveilleux gaz de l'avenir, dont l'application aux moteurs a été étudiée déjà par M. Ravel, pourra encore améliorer ces légers véhicules et nous croyons qu'il nous réserve encore bien des surprises.

IX. — Conclusion.

Nous venons de faire connaître les principaux constructeurs de moteurs à gaz en France, en caractérisant de notre mieux l'œuvre capitale de chacun d'eux et leurs mérites respectifs : nous avons dit que ces maisons sont habilement dirigées, que leurs types de machines sont remarquables, que leur construction est bonne, mais nous avons regretté de ne pas les voir disposer de capitaux assez considérables pour produire les moteurs par séries, à des prix plus réduits, qui augmenteraient rapidement leur clientèle. Les puissants établissements de l'étranger arrivent, en effet, à leur disputer nos commandes, malgré les droits d'entrée qui leur sont imposés et en dépit des frais énormes de représentation et de réclame auxquels ils sont obligés par leur situation même : par contre, nous autres, nous ne vendons rien en Angleterre ni en Allemagne. Nous n'avons pas su recueillir l'héritage de Lebon, de Lenoir et de Beau de Rochas.

Cette critique, que nous devons formuler malgré notre vif désir de faire ressortir la fécondité de notre génie national, mérite, croyons-nous, attention. Il serait, à tous égards, profondément regrettable qu'un vice d'organisation industrielle et commerciale vînt empêcher notre pays de bénéficier de la longue suite de recherches et d'efforts que nous venons de décrire et dont le sol français a été le théâtre.

Aimé Witz,
Doyen
de la Faculté des Sciences
à Lille.

LA LIQUÉFACTION DU FLUOR[1]

Les propriétés physiques d'un grand nombre de composés fluorés minéraux et organiques faisaient prévoir théoriquement que la liquéfaction du fluor ne pouvait se faire qu'à très basse température.

Tandis que les chlorures de bore et de silicium sont liquides à la température ordinaire, les fluorures sont gazeux et bien éloignés de leur point de liquéfaction. La différence est la même pour les composés organiques : le chlorure d'éthyle bout à + 12° et le fluorure d'éthyle à — 32° [2]; le chlorure de propyle bout à + 45° et le fluorure de propyle à — 2° [3]. Des remarques semblables avaient été indiquées antérieurement par Paterno et Oliveri [4] et par Vallach et Heusler [5]. On peut rapprocher de ces faits les expériences de Gladstone sur la réfraction atomique [6].

Enfin, par certaines de ses propriétés, bien que le fluor reste nettement en tête de la famille du chlore, il se rapproche aussi de l'oxygène.

L'ensemble de ces observations paraissait bien

[1] Les lecteurs de la *Revue* apprendront sans doute avec intérêt l'origine de la belle découverte qui fait l'objet de cet article. La *Royal Institution* avait récemment convié notre éminent collaborateur, M. H. Moissan, à exposer devant elle l'ensemble de ses recherches sur le fluor. Cette conférence a eu lieu le 28 mai dernier; la partie expérimentale avait été préparée une journée à l'avance dans le laboratoire du Professeur J. Dewar. La production du fluor libre dans ce célèbre établissement où s'était opérée avec tant d'éclat la liquéfaction de l'oxygène, devait suggérer aux deux illustres savants la pensée de profiter de leur réunion, comme aussi de la présence simultanée de l'oxygène liquide et du fluor libre, pour tenter de concert la liquéfaction de ce dernier gaz, et c'est ainsi qu'ont eu lieu les belles expériences exposées ici même. (Note de la Direction.)

[2] H. Moissan : Propriétés et préparation du fluorure d'éthyle. *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XIX, p. 266.

[3] Meslans : *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 352.

[4] Paterno et Oliveri : Sur les trois acides fluobenzoïques isomères et sur les acides fluotoluidique et fluoanisique. *Gazetta chimica italiana*, t. XII, p. 85; 1882, et t. XIII, p. 583.

[5] Vallach et Heusler : *Annales de Liebig*, t. CCXLIII, p. 219; 1887.

[6] J.-H. Gladstone and G. Gladstone : Refraction and dispersion of fluorobenzene and allied Compounds. *Phil. Mag.*, 5e série, t. XXXI, p. 1.

établir que le fluor ne pourrait que difficilement être amené à l'état liquide. L'un de nous avait démontré qu'à — 95°, à la pression ordinaire, il ne changeait pas d'état [1].

I

Dans les nouvelles expériences que nous publions aujourd'hui, le fluor a été préparé par électrolyse du fluorure de potassium en solution dans l'acide fluorhydrique anhydre. Le gaz fluor était débarrassé des vapeurs d'acide fluorhydrique par son passage dans un petit serpentin de platine refroidi par un mélange d'acide carbonique solide et d'alcool. Deux tubes de platine remplis de fluorure de sodium bien sec complétaient cette purification.

L'appareil à liquéfaction se composait d'un petit cylindre de verre mince, à la partie supérieure duquel était soudé un tube de platine. Ce dernier contenait, suivant son axe, un autre tube plus petit de même métal. Le gaz à liquéfier arrivait par l'espace annulaire, passait dans l'ampoule de verre et ressortait par le tube intérieur.

Cet appareil était réuni, par une soudure, au tube abducteur qui amenait le fluor.

Dans ces expériences, nous avons employé l'oxygène liquide comme substance réfrigérante. Cet oxygène était préparé par les procédés décrits par l'un de nous, et ces recherches ont exigé la consommation de plusieurs litres de ce liquide [2].

L'appareil étant refroidi à la température d'ébullition tranquille de l'oxygène (— 183°), le courant de gaz fluor passait dans l'ampoule de verre sans se liquéfier. Mais, à cette basse température, le fluor avait perdu son activité chimique : il n'attaquait plus le verre.

Si l'on vient alors à faire le vide sur l'oxygène, on voit, aussitôt que l'ébullition rapide se produit, un liquide ruisseler à l'intérieur de la petite ampoule de verre, tandis qu'il ne sort plus de gaz de l'appareil. A ce moment, on bouche avec le doigt le tube de sortie du gaz pour éviter toute rentrée d'air. L'ampoule de verre ne tarde pas à se remplir d'un liquide jaune clair possédant une grande mobilité. La couleur de ce liquide rappelle bien la teinte du fluor vu sous une épaisseur d'un mètre. D'après cette expérience, le fluor se liquéfie aux environs de — 185°.

Aussitôt que le petit appareil de condensation est retiré de l'oxygène liquide, la température s'élève, et le liquide jaune entre en ébullition en fournissant un abondant dégagement de gaz présentant bien les réactions énergiques du fluor.

II

Nous avons profité de ces expériences pour étudier quelques-unes des réactions du fluor sur les corps maintenus à très basse température.

Le silicium, le bore, le carbone, le soufre, le phosphore et le fer réduit, refroidis dans l'oxygène liquide, puis projetés dans une atmosphère de fluor, ne deviennent pas incandescents. A cette basse température, le fluor ne déplace pas l'iode des iodures. Cependant, son énergie chimique est encore assez grande pour décomposer avec incandescence la benzine ou l'essence de térébenthine aussitôt que leur température s'élève au-dessus de — 180°. Il semble que l'affinité puissante du fluor pour l'hydrogène soit la dernière à disparaître.

Enfin, il est une autre expérience que nous devons mentionner. Lorsque l'on fait passer un courant de gaz fluor dans l'oxygène liquide, il se produit rapidement un dépôt floconneux de couleur blanche qui ne tarde pas à se réunir au fond du vase. Si l'on agite le mélange et qu'on le jette sur un filtre, on sépare le précipité, qui possède la curieuse propriété de déflagrer avec violence aussitôt que la température s'élève.

Nous poursuivons l'étude de ce composé ainsi que celle de la liquéfaction et de la solidification du fluor, qui exigent encore de nouvelles expériences [1].

H. Moissan et **J. Dewar**,
de l'Académie des Sciences et de la Soc. Royale de Londres, Professeur de Chimie à l'Ecole Supér. de Pharmacie.
de la Soc. Royale de Londres; Professeur à l'Université de Cambridge et à l'Institution Royale.

[1] H. Moissan : Nouvelles recherches sur le fluor. *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVIV, p. 224.

[2] J. Dewar : New Researches on liquid air. *Royal Institution of Great Britain;* 1896 et *Proc. Roy. Inst.;* 1893.

[1] Communication faite à l'Académie des Sciences, *C. R.*, t. CXXIV, n° 22, p. 1202.

LES DINOSAURIENS

Le *Geological Survey* des États-Unis vient de publier un important travail sur les Dinosauriens de l'Amérique du Nord[1], où sont condensés les résultats des longues recherches du Professeur Marsh sur cet intéressant groupe de Reptiles. L'occasion est donc propice pour jeter un coup d'œil sur ces étranges créatures, qui donnent un caractère très significatif à cette ère secondaire appelée quelquefois l'*Ère des Reptiles*.

Exclusivement cantonnés dans ces formations secondaires, les Dinosauriens débutent dans le Trias pour disparaître à la fin du Crétacé. Ce sont des formes terrestres remarquables en général par leur grande taille; la longueur de certains d'entre eux, tels que l'*Atlantosaurus*, dépasse 35 mètres; celle du *Brontosaurus* n'est pas inférieure à 18 mètres; les formes de 8 à 10 mètres sont fréquentes, mais il y a aussi des formes de petite taille, telles que le *Compsognathudus* du Jurassique supérieur, qui n'a guère plus de 0m,60. Ces formes de petite taille sont d'ailleurs exceptionnelles, et les Dinosauriens comprennent les plus gigantesques des animaux terrestres qui aient jamais existé.

I

Plus de soixante ans se sont écoulés depuis que Buckland et Mantell ont fait connaître pour la première fois des débris appartenant au Mégalosaure et à l'Iguanodon; mais c'est surtout depuis vingt-cinq ans que les descriptions de Dinosauriens se sont multipliées. En Angleterre, MM. Hulke, Huxley, Lydekker, Owen, Seeley en ont décrit une vingtaine de genres; Eudes-Deslongchamps, MM. Gaudry et Sauvage ont fait connaître les Dinosauriens de France; MM. H.-V. Meyer, Wagner, Koken, ceux de l'Allemagne, M. Sauvage, ceux du Portugal; et, tout récemment, M. Depéret et M. Boule ont montré l'abondance des débris de ces animaux dans les dépôts de notre nouvelle possession de Madagascar[2]. En Europe, la découverte la plus remarquable de Dinosauriens est celle qui fut faite, en 1878, dans une poche d'argile Wealdienne du charbonnage de Bernissart (Belgique); vingt-trois squelettes d'*Iguanodon* en furent retirés; six sont montés au Musée de Bruxelles et excitent autant la stupéfaction du public que l'admiration des naturalistes.

Mais ce sont surtout les dépôts secondaires des États-Unis qui fournissent les débris les plus complets et les plus nombreux de Dinosauriens étudiés par M. Cope et M. Marsh. Comme en Europe, les plus anciens ont été rencontrés dans le Trias, les plus récents au sommet du Crétacé, dans les couches inférieures du groupe de Laramie, qui se rattache par son sommet aux terrains tertiaires. Les couches crétacées des Montagnes-Rocheuses dans le district de Wyoming sont une véritable nécropole de Dinosauriens. Les plus remarquables sont les *Triceratopus*, *Sterrolophus*, exclusivement cantonnés à ce niveau et si abondants que plus de trente crânes de Cératopsides ont été trouvés dans un petit espace sur les bords de la rivière Cheyenne; ils y sont associés à quelques Dinosauriens Ornithopodes et Théropodes; des Crocodiles et Tortues de types crétacés, des Plésiosaures, de petits mammifères Allothériens tels que les *Cimolomys*, *Dipriodon*, *Selenacodon*, complètent la faune avec des débris d'Oiseaux et de Poissons. Plus bas, dans le Jurassique de ce même Wyoming, dans celui du Dakota et du Colorado, les Cératopsides sont absents, mais les couches à *Atlantosaurus* renferment de nombreux représentants des autres groupes, qu'accompagnent des Mammifères Allothériens tels que les *Ctenacodon* et des Marsupiaux comme les *Dryolestes*. Beaucoup moins nombreuses sont les formes du Trias, représentées par le seul Théropode *Anchisaurus*.

II

Remarquables souvent par leur grande taille, les Dinosauriens ne le sont pas moins par leurs caractères anatomiques. Le type Reptile est actuellement assez homogène; un naturaliste qui n'étudierait les Reptiles que dans la faune actuelle y trouverait des formes, en somme, peu variées, se groupant autour des types Serpent, Lézard, Crocodile et Tortue. Encore, en ne tenant compte que des caractères superficiels, ces quatre groupes pourraient-ils être réduits à deux: d'une part, les Tortues, que la disposition de leur squelette semble isoler; d'autre part, les Crocodiles, Lézards et Serpents, qui, à partir des Crocodiles et Lézards pourvus de quatre membres, donnent, par l'intermédiaire de certains Lacertiens (*Anguis*), une série dont le terme extrême est formé par les Serpents, aux quatre membres disparus. Quoi qu'il en soit, tous ces êtres ont en commun un caractère essentiel tiré du mode de locomotion: chez les Serpents, par suite de la disparition des membres, le dépla-

[1] O. C. Marsh, *The Dinosaurs of North America*, 16th Annual Report of the U. St. Geological Survey, fasc. 1, p. 143-244, 66 fig., pl. II-LXXXV.

[2] On trouvera des références très complètes dans le catalogue de M. Lydekker: *Catalogue of fossil Reptilia and Amphibia in the British Museum*, pt. I, 1888.

cement de l'animal ne peut se faire que par des mouvements de la colonne vertébrale ; dans les formes quadrupèdes, l'allure rampante est encore la règle : Lézards, Crocodiles et Tortues ont leurs quatre membres implantés latéralement; leur corps est presque appliqué contre le sol, les mouvements de la queue viennent souvent en aide aux membres pour faire progresser l'animal. Quand on étudie les formes fossiles, cette conception du type Reptile n'est plus exacte. Déjà les formes les plus anciennement décrites montrent : dans les Enaliosauriens (Ichthyosaures, Plésiosaures) et les Pythonomorphes (Mosasaures), des Reptiles adaptés exclusivement pour la natation ; dans les Ptérosauriens (Ptérodactyles), des Reptiles adaptés à la locomotion aérienne ; mais ces adaptations, — de même ordre, en somme, que celles qui font d'un phoque ou d'une baleine un mammifère nageur, d'une chauve-souris un mammifère volant, — ne sont pas surprenantes.

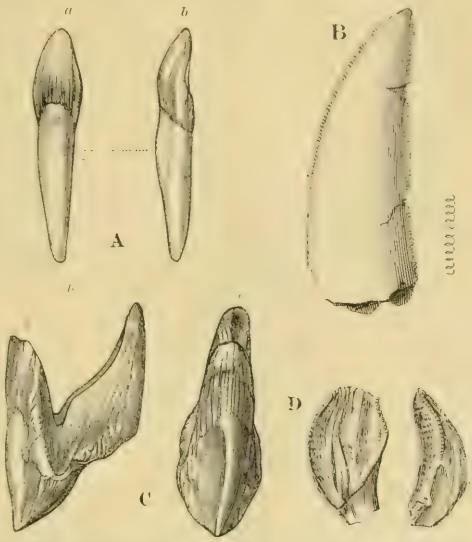


Fig. 1. — *Dents de Dinosauriens.* — A, *Brontosaurus excelsus* Marsh, Sauropode, 1/1 (Marsh) ; B, *Megalosaurus insignis* Desl., Théropode, 1/2 (Sauvage) ; C, *Triceratops prorsus* Marsh, dent à double racine, Cératopside, 1/1 (Marsh) ; D, *Iguanodon Mantelli*, Ornithopode, 1/2 (Mantell).

Il n'en est plus ainsi si l'on examine les Théromorphes du Trias du Cap, qu'Owen et Seeley ont fait connaître, et surtout les Dinosauriens. Chez ceux-ci tout est fait pour étonner : la taille, presque toujours gigantesque, la variabilité des formes et des habitudes, le port, qui rappelle parfois celui des Mammifères, enfin des caractères ostéologiques qui rapprochent certains d'entre eux des Oiseaux.

Les Sauropodes (fig. 2) sont les Dinosauriens qui s'éloignent le moins des autres Reptiles ; à l'inverse de ce que nous verrons dans les autres groupes, les membres antérieurs et postérieurs sont également développés ; la marche est plantigrade ; les extrémités des doigts, entourées de sabots, rappellent celles des Mammifères ongulés. La dentition (fig. 1, A) indique un régime herbivore, bien que les dents ne soient point plissées sur leurs bords comme celles des Ornithopodes (fig. 1, D). Ce groupe renferme les plus gigantesques Dinosauriens : le fémur du *Cetiosaurus* d'Angleterre a 1^{m},75 de hauteur, celui d'un *Atlantosaurus* d'Amérique a 2 mètres, et M. Marsh estime la longueur de cet animal à plus de 35 mètres ; le Brontosaure, dont le squelette est complètement connu (fig. 2), a une longueur de 18 à 20 mètres.

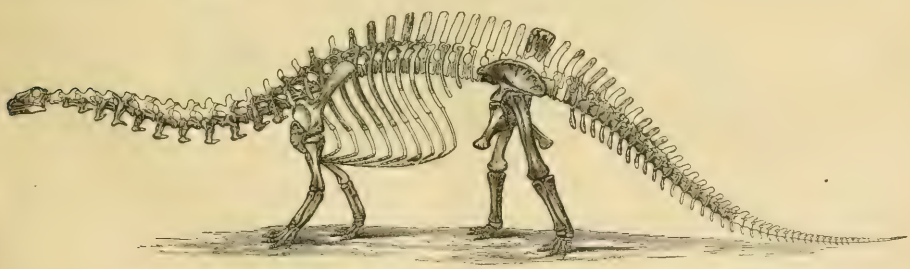


Fig. 2. — *Brontosaurus excelsus* Marsh (*Sauropode du Jurassique de Wyoming*) (Marsh).

Les Théropodes *Megalosaurus*, *Dimodosaurus*, *Anchisaurus*) contrastent avec les Sauropodes par la disproportion entre les membres antérieurs et les membres postérieurs, les premiers étant considérablement plus courts que ceux-ci (fig. 3), leur

marche digitigrade, leurs doigts armés de griffes recourbées (fig. 4, A), leurs dents tranchantes dentelées sur les bords (fig. 1, B) indiquant un régime carnassier.

Sous le nom de Prédentés, M. Marsh a groupé des formes herbivores dont le maxillaire inférieur présente en avant un *os prédentaire*. Les uns, tels que les Stégosauriens (*Stegosaurus*, *Scelidosaurus*) et les Cératopsides (*Ceratops*, *Sterrolophus*, *Struthiosaurus*) ont une marche quadrupède (fig. 5 et 6); les autres, c'est-à-dire les Ornithopodes (*Camptosaurus*, *Laosaurus*, *Iguanodon*, *Hypsilophodon*, *Nanosaurus*, etc.), montrent dans la longueur relative de leurs membres antérieurs et postérieurs une différence telle que la station bipède devait être leur station normale; reposant sur leurs membres postérieurs et sur l'extrémité de leur longue queue, leur pose rappelle celle des Kanguroos (fig. 7).

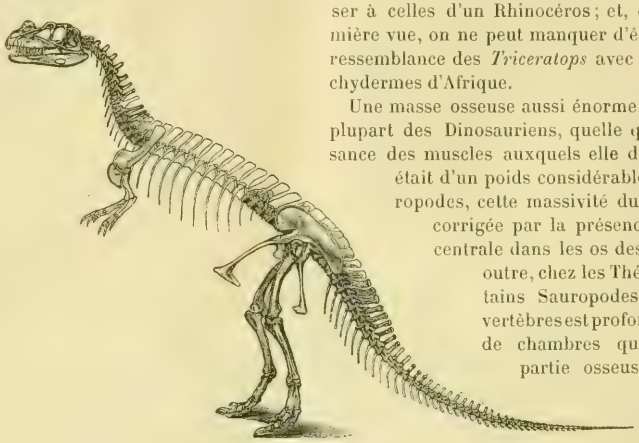


Fig. 3. — *Ceratosaurus nasicornis* Marsh (*Théropode jurassique du Colorado*) (Marsh).

Les Dinosauriens forment donc un groupe complexe, dont les variations sont liées à des modifications dans le régime et le mode de locomotion. Généralement nus, ils étaient quelquefois pourvus de plaques dermiques de formes variables et de dimensions souvent colossales. On se figurerait difficilement, sans les belles restaurations de M. Marsh, ce qu'étaient des animaux tels que le Stégosaure (fig. 5), dont le dos était garni de grandes plaques osseuses, dressées verticalement, atteignant parfois plus de 1 mètre de hauteur, et dont l'extrémité de la queue était pourvue de longues épines disposées par paires, qui devaient faire de la queue une arme redoutable et constituer pour ces herbivores un respectable moyen de défense. Chez les Cératopsides (fig. 6), il naît sur le front et sur le nez de longues cornes qui font penser à celles d'un Rhinocéros; et, en effet, à première vue, on ne peut manquer d'être frappé de la ressemblance des *Triceratops* avec ces grands pachydermes d'Afrique.

Une masse osseuse aussi énorme que celle de la plupart des Dinosauriens, quelle que fût la puissance des muscles auxquels elle donnait attache, était d'un poids considérable. Chez les Théropodes, cette massivité du squelette était corrigée par la présence d'une cavité centrale dans les os des membres. En outre, chez les Théropodes et certains Sauropodes, le corps des vertèbres est profondément creusé de chambres qui réduisent la partie osseuse à des lames plus ou moins épaisses (fig. 8). Ces vertèbres sont d'ailleurs plus solidement articulées que chez aucun autre Reptile; aux zygapophyses des autres Vertébrés s'ajoutent des facettes articulaires supplémentaires (*Zygosphène* et *Zygantrum*).

Comme on doit s'y attendre chez des animaux dont la tête est généralement petite, il y a une disproportion énorme entre le volume de l'encéphale et celui de la moelle.

M. Marsh a pu, en moulant la cavité cranienne et celle de la région sacrée du canal rachidien, obtenir la forme de l'encéphale et aussi celle du renflement lombaire. On peut juger par la reproduction de ces parties dans le *Stegosaurus* (fig. 9), de la petitesse de l'encéphale et de l'énorme développement de la moelle au niveau du sacrum, développement qui est d'ailleurs en rapport avec la puissance des membres postérieurs. C'est là un trait tout à fait remarquable de l'anatomie de ces grands Vertébrés secondaires.

A B

Fig. 4. — *Phalanges unguinales de Dinausauriens.* — A, type onguiculé : *Ornithomimus Sedeus* Marsh, 3/10 (Marsh); B, type ongulé : *Triceratops horridus* Marsh, 1/5 (Marsh).

III

Ce n'est pas seulement par leur aspect extérieur que les Dinosauriens sont des êtres intéressants.

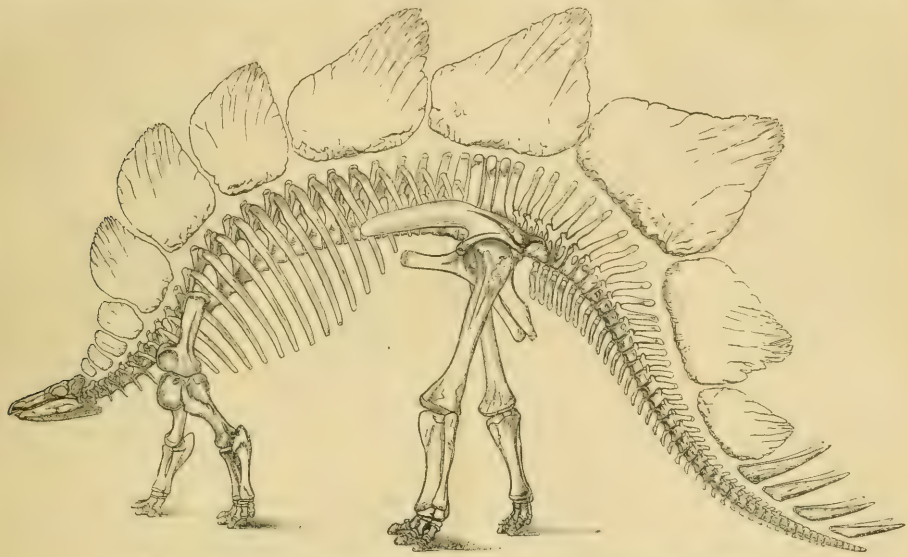


Fig. 5. — *Stegosaurus ungulatus* Marsh (*Stégosaurien du Jurassique de Wyoming* (Marsh).

La dénomination d'Ornithopodes appliquée à l'un des groupes indique que ces Vertébrés présentent avec les Oiseaux certaines affinités. A la vérité, ces

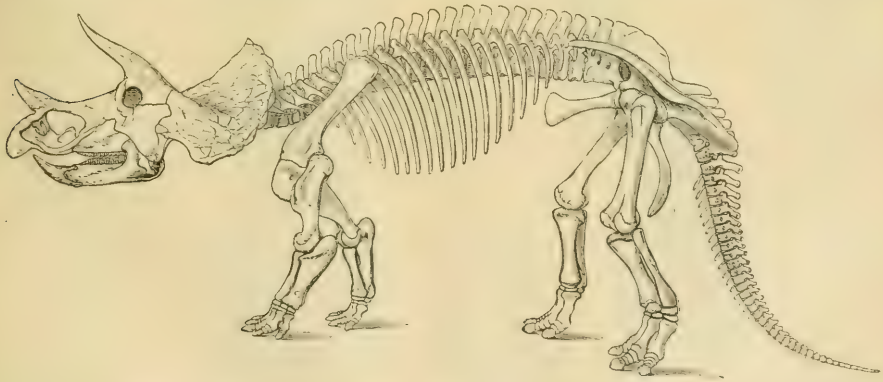


Fig. 6. — *Triceratops prorsus* Marsh (*Cératopode de la Craie de Wyoming*) (Marsh).

affinités demandent à être discutées; quelques-unes ont moins de valeur qu'on ne leur en a attribué. On a signalé, notamment, comme caractère rapprochant les Ornithopodes des Oiseaux, la présence chez les premiers d'une apophyse antérieure du pubis (fig. 10), qu'on retrouverait rudimentaire chez les Oiseaux coureurs.

Les recherches embryogéniques de Bunge et Menhert ont montré que les apophyses antérieures des pubis des Dinosauriens ne peuvent être comparées aux propubis des Oiseaux coureurs. Je ne crois pas qu'on les ait comparés aux os marsupiaux des Mammifères éplacentaires; il n'est pas sans intérêt de constater l'existence d'os de soutien de la paroi abdominale chez des animaux aussi éloignés que

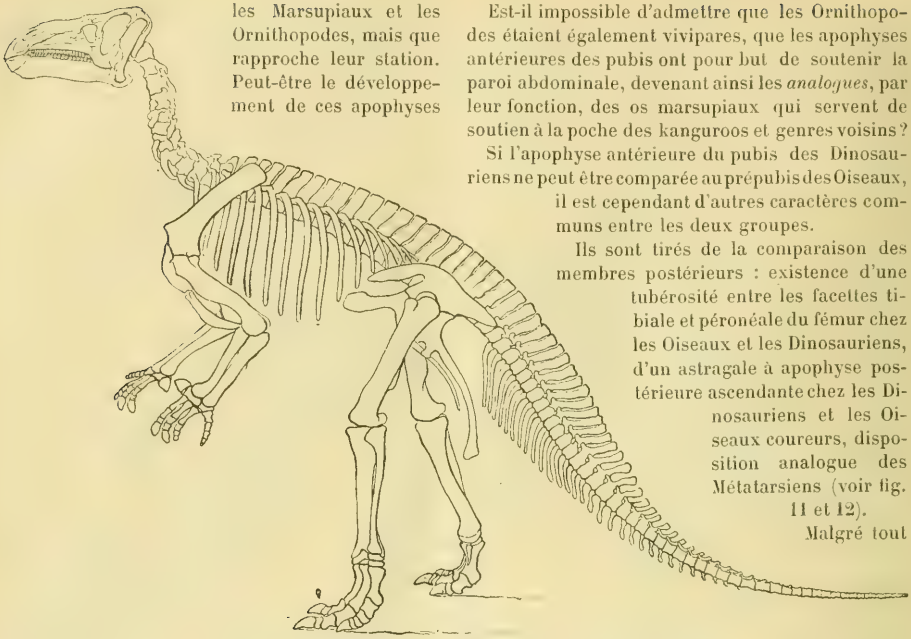


Fig. 7. — *Iguanodon Bernissartensis* Boulanger (*Ornithopode du Wealdien de Belgique*) (Marsh). — Quatre squelettes de cette espèce sont montés au Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.

les Marsupiaux et les Ornithopodes, mais que rapproche leur station. Peut-être le développement de ces apophyses *non homologues* est-il lié chez les Ornithopodes comme chez les Marsupiaux à un mode particulier de gestation. On sait, en effet, que certains Dinosauriens, tels que les *Compsognathus* étaient vivipares; M. Marsh a constaté la présence d'un fœtus dans la cavité abdominale du *Compsognathus* du Musée de Munich[1].

Est-il impossible d'admettre que les Ornithopodes étaient également vivipares, que les apophyses antérieures des pubis ont pour but de soutenir la paroi abdominale, devenant ainsi les *analogues*, par leur fonction, des os marsupiaux qui servent de soutien à la poche des kanguroos et genres voisins?

Si l'apophyse antérieure du pubis des Dinosauriens ne peut être comparée au prépubis des Oiseaux, il est cependant d'autres caractères communs entre les deux groupes.

Ils sont tirés de la comparaison des membres postérieurs : existence d'une tubérosité entre les facettes tibiale et péronéale du fémur chez les Oiseaux et les Dinosauriens, d'un astragale à apophyse postérieure ascendante chez les Dinosauriens et les Oiseaux coureurs, disposition analogue des Métatarsiens (voir fig. 11 et 12).

Malgré tout il ne saurait être question d'affirmer que les Oiseaux dérivent des Dinosauriens et en particulier des Ornithopodes. Dans l'état actuel de nos connaissances une première raison, d'ordre chronologique, s'y oppose : les Ornithopodes d'Europe ne se trouvent que dans le Crétacé ou les dépôts supérieurs du Ju-

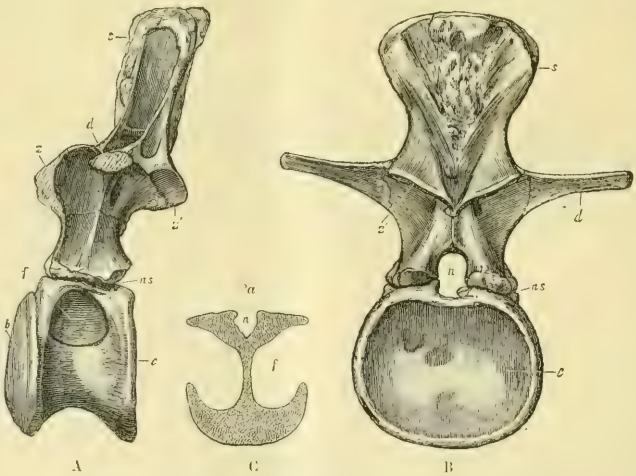


Fig. 8. — *Vertèbre dorsale postérieure de Morosaurus lentus* Marsh, 1/3 (Marsh). — A, vue de côté; B, vue arrière; C, section transversale du corps.

[1] On sait que la viviparité des Ichthyosaures est incontestable. Des fœtus ont été trouvés à diverses reprises dans la cavité abdominale de ces Enaliosauriens. Dans un récent travail, M. Quinton a développé par des considérations très ingénieuses l'idée que le refroidissement du globe est un

rassique (Purbeck) ; en Amérique, les plus anciens proviennent des couches à *Atlantosaurus* que leur faune de petits Marsupiaux rapproche du Purbeck, tandis que le plus ancien oiseau *Archæopteryx* [1], apparaît plus bas en Europe dans les calcaires Kimméridjiens de Solenhofen. Puis, une grosse

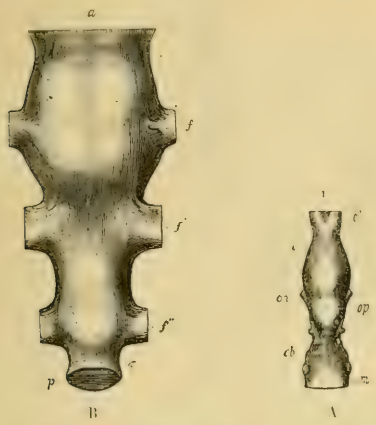


Fig. 9. — *Stegausaurus ungulatus* Marsh. — A, *moulage de la cavité cranienne* : *ol*, lobe olfactif; *c*, hémisphères cérébraux; *cb*, cervelet; *m*, moelle allongée; *on*, nerf optique; *op*, lobes optiques. — B, *Moulage du canal rachidien au niveau du sacrum.*

difficulté vient de ce que, dans l'étude des affinités, il est souvent délicat de discerner les caractères acquis par adaptation de ceux qui viennent de la filiation. Comme l'a dit M. Gaudry, « nous voyons des dents assez semblables chez des Mammifères carnassiers, comme le *Machairodus* et le *Dinictis*, chez l'*Amphitragulus* qui était un Ruminant, chez le *Megalosaurus* qui était un Dinosaurien, chez le *Liodon* qui était un Saurien marin, chez le *Pachyrhizodus* qui était un poisson » ; ici les ressemblances par adaptation sont évidentes parce que d'autres caractères permettent de rapporter les dents comparées à des types très différents. Il n'en est pas toujours ainsi, en dépit des ressemblances signalées entre les Ornithopodes et les Oiseaux, nous ne sommes pas en mesure de fixer le degré de parenté qui unit ces derniers aux Reptiles. Cette parenté apparaît incontestable quand on voit l'*Archæopteryx* présenter, au lieu du croupion des Oiseaux, une longue queue de Reptile, garder des griffes de Reptile à son membre antérieur transformé en aile, les *Hesperornis* et *Ichthyornis* de la craie d'Amérique conserver à leur bec des dents comme celles des Reptiles. Mais, avec ces caractères reptiliens, ces Oiseaux primitifs n'en sont pas moins des Oiseaux parfaitement caractérisés ; dans l'état actuel de nos connaissances aucun intermédiaire ne vient les relier aux Ornithopodes. Chez ceux-ci, la forme du crâne, la disposition de la ceinture scapulaire sont des caractères Reptiliens qui priment

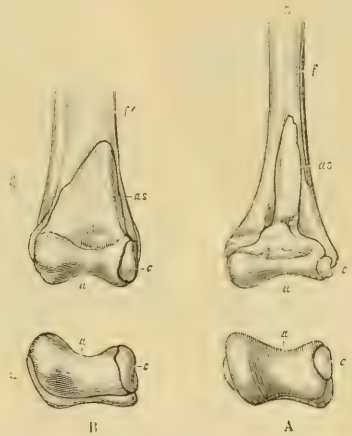


Fig. 11. — *Comparaison de l'extrémité inférieure du tibia (gauche) chez les Dinosauriens et les Oiseaux coureurs* (1/4 Marsh). — A, *Struthio cameleus* (*jetum*) ; B, *Ornithomimus velox* Marsh ; *a*, astragale ; *as*, apophyse ascendante de l'astragale ; *c*, calcanéum ; *f*, péroné ; *f'*, facette d'insertion du péroné.

Fig. 10. — *Comparaison du Bassin chez les Dinosauriens et chez les Oiseaux coureurs.* — A, *Claosaurus annectus* Marsh ; B, *Apteryx australis* Owen ; *a*, cavité cotyloïde ; *il*, iléon ; is, ischion ; *p*, pubis ; *prp*, propubis.

facteur important de l'évolution. Entre autres arguments, il fait observer que les animaux primaires étaient tous ovipares, les animaux secondaires ovipares ou ovovipares (Marsupiaux), et que c'est seulement dans le Tertiaire qu'apparaissent les Vivipares. L'existence d'*Ichthyosaurus* et *Compsognathus* vivipares dans le Jurassique diminue beaucoup la valeur de cet argument.

[1] *Læpteryx* du jurassique supérieur de Wyoming est considéré par Cope et Meyer comme un Reptile.

des aspects rappelant ceux des Oiseaux[1]. Tout ce qu'il est possible de dire, c'est que la valeur du groupe des *Sauroprida* d'Huxley se trouve confirmée par les données paléontologiques. Quant au degré de parenté qui unit les deux classes de ce groupe, il est, encore une fois, très incertain. On a tant abusé, pour expliquer les ressemblances de deux groupes à affinités incontestables, mais cependant assez éloignés à d'autres égards, de la conception d'un type hypothétique, qui aurait été la souche commune de ces deux groupes, que nous nous contentons de signaler cette solution pour expliquer l'origine des Reptiles et des Oiseaux. Il faut savoir parfois avouer son impuissance. La Paléontologie a établi sur des bases certaines la filiation d'un assez grand nombre de formes pour qu'elle n'ait point à pâtir de tels aveux. Telle qu'elle est, elle a assez de grandeur pour qu'on n'ait pas à craindre d'en étaler les misères.

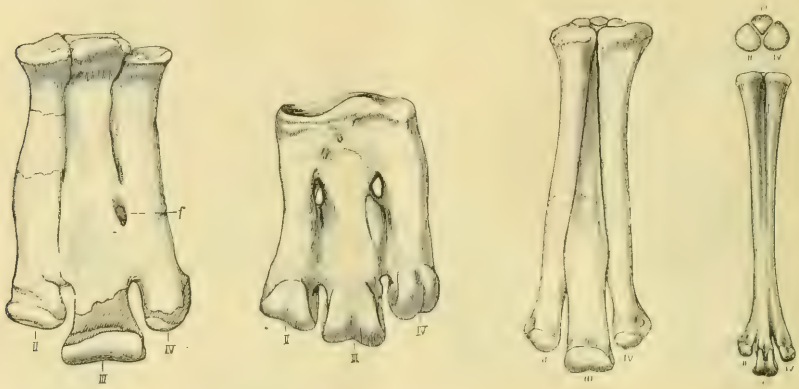


Fig. 12. — *Comparaison des métatarsiens chez les Oiseaux et les Dinosauriens.*

Métatarsiens unis : A, *Ceratausaurus nasicornis* Marsh;
— — B, *Aptenodytes Pennantii* Marsh;
— — C, *Meleagris gallivapo* Linné.

Métatarsiens séparés : D, *Ornithomimus velox* Marsh. Cette séparation est exceptionnelle chez les Dinosauriens, tandis qu'elle est la règle chez les Oiseaux.

A. Bigot,
Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université de Caen.

LA CULTURE DU CACAOYER

DANS LES COLONIES FRANÇAISES

Le cacao, dont l'usage est aujourd'hui universellement répandu, est fourni par la graine d'un arbre des pays tropicaux qui a reçu le nom de *Theobroma*[2] *cacao L.* La consommation de cette précieuse substance augmente tous les jours et nous avons pensé qu'il n'était peut-être pas inutile d'appeler sur la culture du cacaoyer l'attention des nombreux lecteurs de la *Revue générale des Sciences.*

Le cacaoyer pousse naturellement au Mexique et les habitants de ce pays avaient de bonne heure reconnu et apprécié les qualités du cacao. Ils l'estimaient plus peut-être que les autres productions naturelles de leur heureux pays, et, quand les habitants de l'Anahuac eurent l'idée de créer une monnaie pour faciliter les échanges commerciaux, ils prirent pour unité la graine du cacaoyer.

Suivant Herrera, les provinces fertiles acquittaient en graines de cacao leur tribut à l'empereur; Montezuma en avait accumulé dans ses palais des quantités considérables. On raconte même que cet empereur avalait, chaque fois qu'il franchissait la porte de son harem, une coupe d'un breuvage préparé avec le cacao Soconuzco et que

[1] M. Marsh fait remarquer que dans tous les Oiseaux, vivants et fossiles, à l'exception de l'*Archæopteryx*, les os de la ceinture pelvienne sont réunis par une ossification, tandis que dans tous les Dinosauriens connus, à l'exception des *Ceratosaurus* et *Ornithomimus*, ils sont séparés. Ces caractères contradictoires montrent combien les relations sont difficiles à apprécier.

[2] Nourriture des dieux.

chaque fois la coupe qui avait servi était brisée ou jetée dans le lac dont son palais était entouré.

Les Espagnols et les Portugais furent les premiers initiés à l'usage du cacao, mais pendant fort longtemps ils entourèrent de mystère la découverte qu'ils avaient faite. Les autres Européens étaient même si peu instruits des usages de cette substance que les corsaires hollandais, ignorant la valeur des prises qu'ils en faisaient, jetaient de dépit toute cette marchandise à la mer.

Aujourd'hui, le cacao est universellement employé dans l'alimentation, et les principaux pays d'Europe en reçoivent annuellement des quantités considérables.

I. — Caractères botaniques.

Nous ne mentionnerons pas dans cette étude les nombreuses espèces actuellement connues du genre *Theobroma*. Il n'est cependant pas sans intérêt de faire remarquer, en passant, que le *Theobroma cacao* n'est pas la seule espèce cultivée et que le fameux cacao Soconuzco, le plus apprécié de tous, mais actuellement à peu près inconnu dans le commerce, est probablement fourni par une espèce spéciale, *Theobroma angustifolium* Moc et Sess, assez différente du *Theobroma cacao*. On a, d'ailleurs, signalé récemment, dans la Sierra Nevada de Santa-Martha (Colombie), un autre cacaoyer qui constitue sans doute une espèce nouvelle et dont les qualités paraissent incontestables. Les études entreprises sur les diverses espèces sont surtout des travaux botaniques; mais il ne semble pas qu'on ait fait, au point de vue de la culture, toutes les recherches comparatives que paraît comporter l'importance d'un tel sujet.

Fig. 1. — *Cacaoyer* Theobroma cacao L. [1].

Le *Theobroma cacao L.*, est l'espèce la plus généralement cultivée et on en connaît actuellement de nombreuses variétés. C'est un petit arbre ramifié (fig. 1) haut de 4 à 10 mètres et à racine longuement pivotante. Les feuilles, simples et alternes, longues de $0^m,20$ à $0^m,30$ sur $0^m,07$ à $0^m,10$ de largeur, sont pourvues de deux stipules. Le pétiole est court; le limbe est entier, un peu ondulé sur les bords et de forme oblongue.

Les fleurs, qui rappellent un peu celles du Lyciet de nos pays, sont disposées en cymes dichotomes et se trouvent le plus souvent disséminées sur le tronc et sur les feuilles âgées à l'aisselle de feuilles tombées depuis très longtemps. Elles sont, d'ailleurs, très petites, et la figure 2 en fait voir suffisamment les diverses parties pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y insister davantage.

Fig. 2. — *Fleur du Cacaoyer.* — A gauche, vue d'une fleur ouverte; à droite, coupe transversale de l'ovaire.

Le fruit, désigné communément sous le nom de *cabosse*, est une sorte de baie à enveloppe résistante, dont la forme, variable suivant les espèces, se rapproche souvent de l'ovale oblong (fig. 3). Ce fruit est marqué dans sa longueur de dix sillons alternant avec autant de côtes, couvertes de tubercules irréguliers. Le péricarpe est assez dur à la surface; mais à l'intérieur on trouve une pulpe molle dans laquelle sont nichées les cinq rangées de graines cor-

[1] Les figures 1, 2, 3 et 5 nous ont été obligeamment prêtées par MM. G. Carré et C. Naud, chez lesquels MM. Lecomte et Chalot publient un ouvrage sur la culture du Cacaoyer.

respondant aux cinq loges primitives de l'ovaire.

Comme pour un grand nombre d'arbres des régions tropicales qui sont en végétation continuelle, on trouve à la fois sur le même arbre et à la même saison des boutons, des fleurs épanouies, des fruits en voie de développement et des fruits complètement mûrs. Ceux-ci sont le plus souvent d'un jaune teinté de rouge.

Les graines présentent une forme irrégulièrement ovoïde, et, sous la mince pellicule d'un rouge vif qui les recouvre, on trouve une amande composée d'un gros embryon à radicule conique et à cotylédons épais, charnus, repliés sur eux-mêmes et logeant dans leurs replis une même membrane parcheminée, qui représente l'albumen.

Fig. 3. — *Fruit du Cacaoyer, contenant à l'intérieur cinq rangées de graines.*

II. — Préparation des graines.

Les graines de cacaoyer, retirées du fruit au moment de la récolte, sont soumises à une fermentation qui dure quelques jours et qui a pour but à la fois de provoquer la décomposition de la pulpe qui entoure les graines et d'amener dans l'amande elle-même certaines transformations chimiques encore peu connues. Avant de les soumettre à la dessiccation, quand la fermentation est terminée[1], on leur fait subir, en beaucoup de points du Vénézuéla, qui est un des principaux pays producteurs, une opération qui consiste à les saupoudrer d'une terre rouge colorée par de l'oxyde de fer. Cette opération a évidemment pour but de faciliter l'absorption de l'eau provenant de la décomposition de la pulpe et en même temps de déposer à la surface des graines une substance qui évitera l'attaque ultérieure des insectes. Au Pérou, les indigènes obtiennent ce dernier résultat en faisant subir aux graines une légère immersion dans l'eau salée; mais cette pratique est fort peu répandue, car le Pérou ne produit qu'une faible quantité de cacao. La pulpe que la fermentation a pour but d'enlever est, en somme, constituée par deux tissus d'origine essentiellement différente (fig. 4). A l'extérieur on trouve un parenchyme très lâche *a* provenant de la prolifération des cellules les plus internes du péricarpe et de celles des cloisons; plus en dedans, le tégument de la graine *b* se compose à l'intérieur d'un parenchyme lacuneux de couleur brunâtre dans lequel courent les faisceaux libéroligneux et qui se trouve divisé en deux couches par une assise de cellules sclérifiées; la partie la plus externe de ce tégument est constituée, au-dessous de l'épiderme, par de grandes cellules à gomme *e* formant une assise à peine interrompue par des brides de tissu conjonctif.

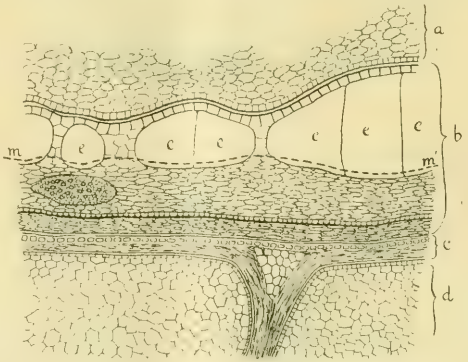


Fig. 4. — *Section transversale dans l'enveloppe de la graine non fermentée.* — *a*, parenchyme appartenant au péricarpe; *b*, tégument de la graine avec ses cellules gommeuses *e*, *e*, *e*, et, plus en dedans, son assise de cellules sclérifiées; *c*, albumen très réduit; *d*, cotylédon.

Au moment de la fermentation, ces grandes cellules à gomme se gonflent beaucoup et les bandes de tissu conjonctif qui les séparent finissent par se rompre. Tout ce qui est en dehors de la ligne *mn* se détache donc, et la graine ne se trouve plus recouverte que par la couche la plus interne du tégument.

Ce résultat ne pourrait être atteint complètement par un simple lavage. Ce lavage permettrait bien, à la vérité, de débarrasser les graines de la pulpe qui appartient au péricarpe, mais — inconvénient notable — il laisserait intacte la région du tégument qui contient les cellules gommeuses.

[1] V.-H. Lecomte et C. Chalot : *Le Cacaoyer et sa culture*. G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris, 1897.

III. — Composition chimique des graines.

Les analyses de graines de cacaoyer, effectuées jusqu'à ce jour, ont fourni des résultats assez variés. Il est évident d'ailleurs qu'en dehors des variations dues simplement aux procédés d'analyse, il ne faut pas s'attendre à trouver la même composition chez des cacaos appartenant à des espèces distinctes ou cultivées dans des sols de composition différente. Il suffit de citer les résultats de ces analyses quant à la teneur en théobromine pour être fixé sur ces divergences :

Boussingault et Payen	1,7-1,5 %
Trojanowsky	2,5
Wolfram	2,5
König	1,56
Tuchen	0,38-0,66
Hanssal	0,47-0,78
Muter	0,90

Le cacao contient principalement une matière grasse, le beurre de cacao, qui représente, en général, un peu plus de la moitié du poids de l'amande crue décortiquée. Ce beurre de cacao, en raison, d'ailleurs, du mélange des matières grasses dont il est constitué, présente des points de fusion différents suivant les provenances.

Nous ne voulons pas ici donner les divers résultats obtenus par l'analyse; il nous suffira de signaler, pour une provenance donnée, la composition chimique des graines, d'après Zipperer[1].

Cacao de Caracas; amandes crues décortiquées.

Eau	6,50 %
Matière grasse	50,31
Théobromine	0,77
Autres matières azotées	17,23
Amidon	7,63
Tannin, sucre, produits de transformation	10,76
Cellulose	2,61
Cendres	4,17

Ces résultats d'analyses présentent d'ailleurs des différences notables suivant les provenances et suivant les procédés d'analyse employés.

IV. — Pays producteurs du cacao.

Comme nous l'avons dit plus haut, c'est le Mexique qui fut le berceau de la culture du cacaoyer. Mais actuellement, malgré l'existence de quelques cultures dans la province de Tabasco, ce pays ne fournit pas même le cacao nécessaire à sa consommation, et il est obligé d'en importer.

La culture du cacaoyer s'est étendue rapidement dans l'Amérique Centrale et dans l'Amérique du Sud depuis le Yucatan jusqu'au parallèle de Bahia. Dans cette immense région de l'Amérique équatoriale on trouve, en effet, réunies les conditions de température et d'humidité que recherche le cacaoyer. D'ailleurs, cet arbre y poussait naturellement en un certain nombre de points et l'existence de cacaoyères naturelles est connue depuis longtemps. En 1729, le sergent La Haye, envoyé par le gouverneur d'Orvilliers à la recherche du fameux lac Parime, rencontra dans le haut Camopi une « forêt de dix lieues environ d'étendue, presque toute de cacaoyers ». En 1730, des soldats trouvèrent une autre forêt de cacaoyers plus en aval sur l'Oyapock. Enfin, une carte de la Guyane dressée par les Jésuites en 1741 figure une forêt de cacaoyers dans la région supérieure du même fleuve. De nos jours, M. de Brettes a rencontré de ces cacaoyères naturelles sur les versants ouest et nord de la Sierra Nevada de Santa-Martha (Colombie).

Naturellement le cacaoyer ne pouvait que prospérer et sa culture donner les meilleurs résultats dans des régions où on l'avait trouvé à l'état sauvage. Et cependant on ne le cultive que très peu à la Guyane, tandis que les plantations de cacaoyers sont particulièrement nombreuses à Trinidad, au Vénézuéla, en Colombie, à l'Équateur, et, plus au sud, au Brésil jusqu'aux environs de Bahia.

Si on ne voulait considérer que la situation géographique des Antilles et la température moyenne qui y règne, elles paraîtraient tout à fait propres à la culture du cacaoyer; mais il faut aussi tenir compte des vents auxquels elles sont exposées et qui produisent, en général, des effets d'autant plus marqués que ces îles sont plus petites. Il en résulte que la culture du cacaoyer n'est guère avantageuse que dans les plus grandes de ces îles.

Nos colons se livrent quelque peu à cette culture, à la Guadeloupe et à la Martinique, mais, comme nous aurons l'occasion de le dire plus loin, les exportations totales de ces deux colonies ne dépassent guère 800 tonnes par an et n'ont pas sensiblement augmenté depuis un grand nombre d'années.

On cultive encore actuellement le cacao à l'île de San Thomé, au Congo, au Cameroun, aux Seychelles et à Madagascar; enfin à Ceylan les cultures prennent peu à peu de l'extension, de même qu'à Java. Le cacaoyer, originaire de l'Amérique Centrale, se trouve donc actuellement cultivé dans toutes les régions tropicales des deux mondes.

Ce n'est pas ici le lieu d'indiquer en détail quelles sont les diverses conditions de température, d'humidité, de nature du sol, etc., que réclame le cacaoyer; mais on nous permettra cependant d'insister sur quelques points particuliers.

On sait, par exemple, quels sont les éléments qu'une récolte de cacao prélève sur le sol; on a pu,

[1] Zipperer : *Untersuchungen über kakao und dessen Präparate.* Hamburg und Leipzig, 1887.

par l'analyse du cacao, apprendre que la potasse est contenue en grande proportion dans les graines et qu'il convient de choisir pour la culture du cacaoyer des sols particulièrement riches en potasse. Or, nos colons ne paraissent pas se préoccuper beaucoup de cette condition; on n'y pense guère qu'au moment où les récoltes diminuent peu à peu, c'est-à-dire quand il est trop tard; nous avons déjà eu entre les mains bon nombre de publications coloniales françaises; en ce moment même nous avons sous les yeux une publication réservée aux cultures coloniales et dont la disparition date de loin[1]; nous n'y avons rencontré que des indications très rares et toujours incomplètes sur la nature du sol dans nos diverses colonies. Les publications coloniales étrangères nous paraissent conçues dans un esprit beaucoup plus pratique que les nôtres et les colons peuvent y trouver des renseignements précis soit sur la climatologie du pays, soit sur la composition du sol. Le *Watt's Dictionary of Economic Products* constitue un modèle dans ce genre. *Ceylan observer*, *Tropical agriculturist*, *Gardener's Chronicle*, etc., fourmillent d'indications de cette nature. Nous avons sous les yeux, en ce moment, un bulletin colonial[2] allemand qui vient de faire son apparition, et nous trouvons dans les premiers numéros non seulement des indications très complètes sur l'analyse de la terre prise en diverses régions de la colonie naissante du Cameroun, mais encore, pour faciliter les comparaisons, des analyses du sol de certaines plantations de café et de cacao de l'île de San Thomé. Et ces analyses, effectuées sur des échantillons prélevés à diverses profondeurs, sont de nature à renseigner complètement le planteur sur les chances de succès que peut présenter telle ou telle plantation. Si nous insistons sur ce point, c'est que cette question de la composition chimique du sol nous paraît présenter un intérêt de premier ordre. On a vu des plantations donner dès les premières années les plus belles espérances pour péricliter ensuite peu à peu, et il ne faut voir le plus souvent dans cet épuisement trop rapide du sol qu'un vice de composition, que l'analyse pouvait seule révéler. Mais il n'est pas seulement nécessaire de connaître la nature exacte du sol dans la région où on désire installer une plantation, il est encore fort utile d'être renseigné très exactement sur les conditions climatériques, c'est-à-dire sur les variations de température et sur le régime des pluies. Négliger ces renseignements, c'est s'exposer, de gaieté de cœur, aux plus graves mécomptes. On ne saurait trop insister sur les considérations de cet ordre dont, nous avons le regret de le dire, ne tiennent pas suffisamment compte les colons français.

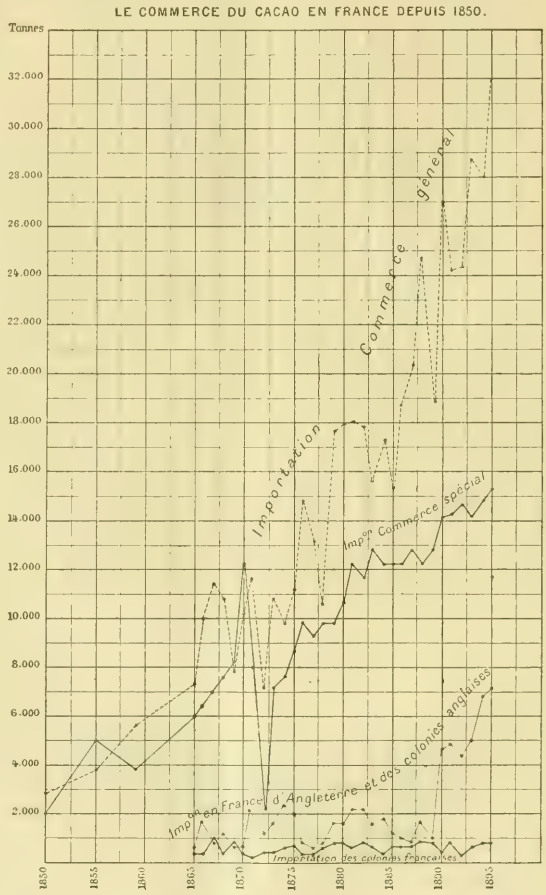


Fig. 5. — *Diagrammes montrant le commerce du Cacao en France depuis 1850.*

[1] *Annales de l'Agriculture des Colonies et des régions tropicales.*

[2] *Zeitschrift für tropische Landwirtschaft*, Berlin.

V. — Le commerce du cacao en France.

Les diagrammes de la figure 5 montrent suffisamment au lecteur quelle a été la marche croissante des importations de cacao en France pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y insister davantage. Le diagramme relatif au commerce spécial indique quelles sont les quantités qui ont été mises annuellement en consommation. Depuis 1870, on peut dire que cette consommation est presque régulièrement croissante et on peut prévoir un moment où le cacao tiendra dans notre alimentation une place encore plus grande que celle qu'il occupe déjà aujourd'hui. Le Brésil nous fournissait autrefois la plus grande partie du cacao utilisé en France. Ainsi, il y a quarante ans, en 1857, les importations se décomposaient comme l'indique le tableau I ci-joint.

Tableau I. — Importation du cacao en France en 1857.

PROVENANCE	COMMERCE GÉNÉRAL	QUANTITÉS mises en consommation
	kilos	kilos
Angleterre	9.754	61.590
Espagne	81.747	43.939
Vénézuéla	815.036	341.173
Brésil	2.211.104	1.739.900
Chili	60.799	82.330
Equateur	577.762	186.902
Haïti	446.711	200.212
Cuba et P. R.	420.311	334.375
Guyane anglaise	86.391	72.348
Saint-Thomas	93.104	30.973
Guadeloupe	40.205	33.132
Martinique	351.619	226.112
Autres pays	109.654	57.723
Totaux	5.304.207	3.412.929

La valeur des quantités mises en consommation était estimée à 6.484.565 francs; les droits perçus à l'entrée en France se montaient à 2.180.084 francs.

Comme le montre le tableau I, en 1857, le Brésil nous fournissait la moitié du cacao utilisé par les usines françaises. Nos colonies de la Guadeloupe et de la Martinique en produisaient tout au plus 400.000 kilos.

Actuellement, le Brésil tient encore le premier rang dans les importations de cacao; mais il faut surtout remarquer l'importance croissante que prennent les possessions anglaises de l'Amérique méridionale

Le tableau II fournit la statistique des quantités de cacao en fèves introduites ou consommées en France pendant l'année 1895.

Sur le total des importations nous remarquons que 15.551.370 kilos ont été introduits en France par navires français, 17.205.576 kilos par navires étrangers, et 57.778 kilos par terre ou par pays tiers. Notre pays a, en outre, reçu pendant la même année 1895 :

Cacao broyé	105.881 kilos.
Beurre de cacao	212.790 —
Chocolat	451.308 —

Ce qu'il convient surtout de remarquer, c'est la part importante que prennent les colonies anglaises

Tableau II. — Importation du cacao en France en 1895.

PROVENANCE	QUANTITÉS Commerce général	QUANTITÉS Commerce spécial
	kilos	kilos
Angleterre	260.403	766
Belgique	56.800	4
Portugal	675.701	1.778
Possess. angl. : Afrique Occid.	95.550	3.705
Indes anglaises	32.910	36.938
Etats-Unis (Océan Atlantique)	295.504	103.009
Colombie	3.131.865	177.823
Guatémala	36.384	251.989
Vénézuéla	5.640.343	3.007.126
Brésil	7.182.868	5.284.917
Equateur	4.100.094	374.027
Poss. angl. : Amérique Mérid.	6.911.965	1.040.816
Haïti	2.859.992	941.522
Poss. hollandaises d'Amérique	265.798	135.619
Martinique	448.312	427.618
Guadeloupe	383.860	314.383
Autres pays	136.335	141.022
Totaux	32.814.724	15.243.163

dans nos importations de cacao. D'ailleurs, nous avons placé en regard, dans le tableau III, d'une part les quantités de cacao en fèves fournies annuellement par nos colonies de la Guadeloupe et de la Martinique, et, d'autre part, les quantités versées sur notre marché par les colonies anglaises.

Tableau III. — Part des colonies françaises et anglaises dans l'importation du cacao en France.

ANNÉES	QUANTITÉS totales fournies par l'ensemble des plantations de la Guadeloupe et de la Martinique	QUANTITÉS expédiées en France d'Angleterre et des colonies anglaises
1863	427 tonnes.	679 tonnes.
1870	446 —	702 —
1875	725	1.998 —
1880	868	1.662
1885	778	1.333 —
1890	562 —	4.830
1893	662 -	5.039 -
1894	665	6.925
1895	832 —	6.911 —

On reconnaîtra que cette comparaison contient pour nous un sérieux enseignement.

Ainsi, pendant que la production de nos colonies reste à peu près stationnaire, celle des colonies anglaises prend une extension énorme et cette production inonde non seulement notre marché, mais elle alimente encore le commerce de l'Angleterre et d'une partie de l'Europe.

La quantité totale de cacao mise en consommation par les usines anglaises s'est élevée à 24.484.502 livres en 1895. Or, les importations des colonies anglaises pendant la même année ont atteint le chiffre de 19.901.020 livres, se décomposant comme il suit par pays de provenance ;

	Livres anglaises.
Afrique occidentale anglaise. . . .	107.833
Bombay	41.674
Ceylan	2.581.708
Autres possessions des Indes angl.	4.423
Iles des Indes occidentales anglaises.	16.909.456
Guyane anglaise.	255.906
	19.901.020

Il en résulte donc que l'Angleterre a reçu en 1895 les $\frac{199}{244}$ du cacao qu'elle a consommé, soit environ les cinq sixièmes.

Pendant la même année nos colonies n'ont fourni à la métropole que 832 tonnes de cacao sur une consommation totale de 15.243 tonnes, soit environ $\frac{1}{18}$ de la consommation.

Il importe, en outre, de faire remarquer que tout le cacao importé en France de nos propres colonies est utilisé dans la métropole même ; les exportations sont insignifiantes, et il est facile de le comprendre puisque la loi de douanes de 1892 assure aux cacaos de nos colonies consommés en France une détaxe de 50 °/₀ sur les droits d'entrée, qui sont de 104 fr. les 100 kilos. Au contraire, le cacao des colonies anglaises est importé non seulement en Angleterre mais encore aux États-Unis, en France, en Allemagne, etc.

Il ne nous convient pas d'insister davantage sur cette infériorité incontestable de notre agriculture coloniale, infériorité qui ne se manifeste pas seulement dans le cas particulier du cacao, mais qui est encore plus évidente pour le coton, le jute, le café, etc. Nous importons en France annuellement (Commerce général) pour plus de 500 millions de francs de café, de cacao, de jute et de coton, pour ne considérer que l'ensemble de ces quatre productions. Or, sait-on quelle est la part de nos colonies sur ce chiffre considérable d'importation ? A peine 4 millions et demi, c'est-à-dire moins de la centième partie.

Ce n'est pas par les primes agricoles accordées à diverses cultures, comme le proposait récemment le Conseil général de la Martinique, qu'on peut arriver à remédier à ce fâcheux état de choses. Le système des primes n'a jamais produit qu'un résultat momentané, et, le jour où ces primes disparaissent, les cultures partagent le même sort. C'est ce qui arriva autrefois pour la culture du coton en Algérie.

Une culture comme celle du cacaoyer ne doit pas avoir besoin d'être encouragée par des primes. La détaxe de 50 °/₀ sur les droits d'entrée en France nous semble constituer un avantage plus que suffisant. Les planteurs du Vénézuéla, de Trinidad, de l'Equateur, du Brésil et de San Thomé ont trouvé dans les bénéfices de cette culture, sans prime d'aucune sorte, une large rémunération de leurs efforts.

On ignore malheureusement trop chez nous l'importance d'un certain nombre de ces cultures coloniales. L'exploitation agricole de nos colonies ne semble pas être encore aujourd'hui pour les capitaux français un aimant capable de lutter contre l'attraction des mines d'or imaginaires et des chemins de fer sans trafic.

Nos compatriotes reconnaîtront un jour, il est permis de l'espérer, que le meilleur moyen de tirer parti de notre immense domaine colonial n'est peut-être pas de ne penser qu'à l'étendre tous les jours davantage.

L'exemple des colonies anglaises et hollandaises montre nettement que la prospérité d'une colonie est intimement liée au développement de l'agriculture et probablement en raison inverse du nombre de fonctionnaires qu'on y rencontre. On s'obstine un peu trop chez nous à confondre deux choses essentiellement différentes : l'esprit d'aventure et l'esprit de colonisation. Si l'esprit de colonisation était un peu plus développé chez nous, nos colonies trouveraient dans l'agriculture une prospérité qui leur manque, et elles fourniraient à l'industrie nationale les matières premières que nous demandons actuellement à l'étranger.

Henri Lecomte,
Docteur ès sciences,
Professeur au Lycée Saint-Louis.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Meyer (W.-Fr.), *Professeur à l'Ecole royale des Mines de Clausthal (Hanovre).* — **Sur les progrès de la Théorie des Invariants projectifs.** (*Traduit et annoté par M.* H. Fehr, *Privat-Docent à l'université de Genève, avec une préface de M.* Maurice d'Ocagne, *Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées*). — 1 *vol. in-8° de* 160 *pages.* (*Prix :* 5 *fr.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1897.

On peut comparer les Mathématiques à un pays, qui, comme la Russie ou les Etats-Unis, déjà énorme, s'agrandit et se peuple avec une extrême rapidité. Les voyageurs qui ne veulent pas se lancer à corps perdu dans telle ou telle province, ont besoin d'un livre-guide, comme Joanne ou Bœdecker. Ils examineront bien tout seuls, en détail, les curiosités qui les intéresseront, mais ils désirent qu'on leur dise en gros quelles choses sont à voir.

C'est un pareil livre-guide qu'a composé M. Meyer pour la province Théorie des Formes algébriques, et dont les Invariants sont les plus notables monuments. Il faut souhaiter la multiplication de pareils ouvrages, dont l'utilité est si grande.

On ne fait pas le résumé d'un résumé. Je me bornerai à dire que le livre est clair, précis, bien ordonné, suffisamment complet. La bibliographie est riche, systématiquement classée, avec table alphabétique de noms d'auteurs. On peut conseiller aux algébristes l'acquisition de l'ouvrage ; il leur épargnera bien du temps et des recherches dans de volumineux recueils.

M. d'Ocagne a ajouté quelques mots de préface pour présenter au public de France la traduction de M. Fehr.

Léon Autonne,
Maître de Conférences de Mathématiques à l'Université de Lyon.

Farman (D.), *Ingénieur mécanicien.* — **Les Automobiles.** — 1 *vol. in-8° de* 319 *pages avec* 102 *figures dans le texte.* (*Prix : Broché,* 5 *fr.*; *cartonné,* 6 *fr.*) *J. Fritsch, éditeur. Paris*, 1897.

Cet ouvrage embrasse la locomotion automobile sur rails et sur routes, par moteurs à vapeur, à air comprimé, à essence de pétrole et à accumulateurs électriques. C'est dire que, dans un domaine aussi vaste, tout n'a pu être beaucoup développé.

Dans les chapitres I et III, l'auteur rappelle les lois fondamentales de la Thermodynamique des gaz parfaits et la théorie générale des divers genres de moteurs, par des considérations assurément intéressantes, mais qui ne nous semblent pouvoir être consultées avec fruit par les profanes et qui n'offrent rien de nouveau pour les ingénieurs. Peut-être les quatre-vingts pages qu'elles prennent auraient-elles pu être plus utilement consacrées à des développements moins abstraits.

L'étude de la traction à vapeur débute par celle du générateur Serpollet, auquel est fort justement attribuée la majeure partie des progrès réalisés par ce mode de locomotion, et qui est, en tout cas, la base des tramways et voitures Serpollet et des tracteurs et voitures Le Blant. Puis, c'est le tour du générateur de Dion et Bouton, et du tracteur, bien connu, de ces constructeurs; de la chaudière Field et des véhicules de M. Amédée Bollée, l'un des premiers mécaniciens qui se soient occupés de la locomotion sur routes; du moteur rotatif Filtz, que cherche à exploiter la Société Decauville. L'étude des tramways Rowan et Francq, le premier à vapeur, le second à vapeur sans feu ou à eau chaude, termine cette partie de l'ouvrage.

Les automobiles à air comprimé ne sont représentés que par le tramway Popp-Conti, — le système Mekarski, qui à cependant fait ses preuves, n'y étant mentionné qu'en passant.

Avec les automobiles à pétrole, nous arrivons à des matières plus neuves que celles étudiées jusque-là. Cette partie s'ouvre naturellement par l'étude du moteur Daimler, le premier qui ait été véritablement combiné pour la propulsion des voitures et qu'ont exclusivement employé MM. Panhard et Levassor et la maison Peugeot, jusqu'au jour où ils ont eu créé leurs moteurs actuels, simplement indiqués par l'ouvrage. Le moteur Benz est étudié, à propos de la voiture Roger, mais principalement sous sa forme à deux temps, qui n'est plus employée. Les véhicules Gladiator viennent ensuite avec leur moteur spécial, et nous conduisent à la voiture américaine Duryea à moteur Kane-Pennington. Nous voyons enfin défiler le moteur Loyal, le tracteur à pétrole Lepape, les voitures Tentiug, Delahaye, Rossel, les moteurs Pygmée et Gnome.

Comme automobiles électriques sont décrits les systèmes Jeantaud, Morris et Salom (de Philadelphie) et Bogard. L'ouvrage donne l'intéressant rapport de MM. J. Lundie et L. Summers sur les voitures américaines, inscrites dans la course de « Times Herald » de Chicago.

Le dernier chapitre est consacré aux appareils de carburation, d'allumage et de graissage, dont le jeu est si important pour le bon fonctionnement des automobiles.

En lisant ce livre, on se prend souvent à désirer plus de détails qu'il n'en donne; mais la faute en est surtout aux constructeurs, qui se montrent fort avares de renseignements. Cependant nous avons remarqué certaines lacunes regrettables : telle celle relative à l'engrenage différentiel de Pecqueur, qui y est seulement nommé, alors qu'avec l'essieu à deux pivots de Bollée, il a été l'un des gros facteurs du développement de l'automobilisme sur route. Du reste, le reproche qu'on peut faire à l'ouvrage, c'est justement de ne pas mettre assez en relief les points saillants qui dominent la question, quelque mal fixée qu'elle soit encore. Au demeurant, on y trouvera des renseignements puisés à bien des sources et qu'il était intéressant de grouper.

Gérard Lavergne,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Voigt (Waldemar), *Professeur de Physique à l'Université de Göttingen.* — **Kompendium der theoretischen Physik.** *Ier Band :* **Mechanik starrer und nichtstarrer Kœrper, Wærmelehre.** 1 *vol. de* 610 *pages avec fig.* (*Prix :* 17 *fr.* 50). — *IIe Band :* **Elektricitæt und Magnetismus. Optik.** 1 *vol. de* 810 *pages* (*Prix :* 22 *fr.* 50). *Veit et Cie, éditeurs, Leipzig*, 1897.

Voilà un fort bel ouvrage, dans lequel l'éminent professeur de Göttingue a réussi à condenser, sous une forme mathématique, le plus clair de nos connaissances en Physique. La méthode que nous avons rencontrée dans la Mécanique du même auteur, analysée récemment dans la *Revue*, se retrouve dans cet ouvrage plus considérable encore. Les Mathématiques sont ici un moyen d'abréger le langage et de renfermer l'idée dans sa forme la plus concise. Mais toujours celle-ci prédomine, émergeant à chaque page en vues générales et en aperçus ingénieux. Ah ! par exemple, les lecteurs qui aiment à rencontrer dans un livre beaucoup de petits faits dans un nombre égal de petits casiers ne trouveront pas leur compte à la lecture de l'ouvrage

de M. Voigt ; le cadre craque, les sections empiètent les unes sur les autres, mais combien l'ensemble gagne à ces rapprochements !

Ainsi, dès le deuxième chapitre, nous abordons l'étude des actions qui interviennent dans le mouvement d'un système de points matériels ; sous le titre *Forces réciproques fonctions de la distance seule*, nous trouvons l'expression des lois de Newton et de Coulomb ; puis, sous le titre des *Actions réciproques de nature générale*, nous arrivons à l'étude de la loi de Weber, dans laquelle interviennent les vitesses et les accélérations.

A l'article suivant, après la démonstration du théorème du viriel, nous entrons d'emblée dans l'étude de la théorie cinétique des gaz et de la pression osmotique. Ce n'est cependant qu'après avoir passé le chemin moyen des molécules, le frottement des gaz et les phénomènes qui en dépendent, que nous arrivons à la répartition des vitesses dont on a tant parlé en ces derniers temps à la suite de la discussion serrée à laquelle M. J. Bertrand a soumis les fondements du calcul de cette vitesse. Nous voici, à la page 78, aux équations d'Hamilton et de Lagrange. Ce serait peu si l'on avait suivi le droit chemin ; mais les applications que l'on a traitées à propos des théorèmes généraux en ont montré la signification et l'importance.

L'introduction de deux systèmes particuliers de coordonnées dans les équations de Lagrange relatives au mouvement d'un point matériel, conduit aux systèmes nommés par Helmholtz *systèmes cycliques*, parce que le problème général qui en dépend est analogue à celui du mouvement d'un fluide en un cycle fermé. Un coup d'œil sur les applications des systèmes cycliques à l'étude de l'Electricité et de la Thermodynamique termine le chapitre.

Le mouvement des corps rigides forme l'objet du chapitre suivant ; outre les théorèmes que l'on doit s'attendre à rencontrer sous ce titre, nous sommes très naturellement conduits, par l'étude des actions réciproques entre des systèmes rigides, à la théorie moléculaire de l'élasticité, dans sa forme la plus générale, et aux groupements cristallographiques. La pente naturelle qui a conduit M. Voigt à l'étude personnelle de ces parties de la Physique donne à ces pages une grande autorité, dont l'auteur use, d'ailleurs, fort discrètement ; le reste du chapitre traite des diverses fonctions potentielles, des fonctions de Green, et de l'application des systèmes cycliques à l'étude de l'Electrodynamique suivant les conceptions de Maxwell.

Sous le titre de *corps non rigides*, M. Voigt comprend les liquides, dont l'étude mécanique forme l'objet de la deuxième partie ; les forces capillaires, les tourbillons, l'écoulement des fluides sans surfaces libres conduisant aux équations du courant électrique, et, plus généralement, au mouvement des fluides impondérables dans la matière pondérable, sont groupés dans ce chapitre ; enfin l'Elasticité et l'Acoustique terminent la partie de l'ouvrage consacrée à la Mécanique et à ses applications.

Certaines équations rencontrées ici se retrouveront en Optique ; ce sont, en particulier, celles qui traitent du mouvement ondulatoire dans un milieu absorbant, auxquelles on est conduit par les phénomènes de frottement intérieur et les résidus d'élasticité.

Lorsque nous abordons, à la fin du volume, l'étude de la Chaleur, le terrain est défriché ; il reste surtout à faire voir l'importance des deux principes et leurs applications aux phénomènes naturels ; de nouvelles conséquences des théorèmes généraux étudiés au début de l'ouvrage conduisent à l'équilibre thermochimique et à la dissociation.

D'après ce que nous venons de voir au sujet du premier volume, l'arrangement du second, consacré à l'Electricité et à l'Optique était à peu près prescrit ; aussi, bien qu'il soit peut-être plus important encore, pourrons-nous en abréger l'analyse. Après les conducteurs, nous arrivons aux diélectriques, d'abord isotropes, puis aux cas importants des diélectriques cristallisés ; d'ailleurs, les phénomènes réels sont ramenés aux deux cas extrêmes par quelques indications générales aboutissant à cette règle pratique que « tous les corps possèdent les propriétés des diélectriques pour des variations rapides de l'état électrique, et celles des conducteurs pour des variations suffisamment lentes de cet état ». L'étude des propriétés électriques des cristaux donne à l'auteur l'occasion de revenir à d'importants développements de Thermodynamique, à propos de la piézo-électricité et de la pyro-électricité.

Quelques considérations sur les actions à distance ont montré qu'il était pour le moment illusoire de chercher à se représenter le mode de transmission des forces électriques ; c'est pourquoi, jusqu'à la description des expériences sur les oscillations rapides, on se bornera à la forme mathématique, sans faire allusion au principe du phénomène.

Mais les oscillations permettent de faire ressortir la part que prend le diélectrique aux phénomènes électro-magnétiques variables ; et, dès le moment où l'on étudie les expériences de Hertz, le milieu prend une importance prédominante ; cette importance du milieu apparaît surtout dans la difficile question, traitée par Hertz, des équations de l'induction pour les corps en mouvement par rapport au milieu ambiant. Mais les équations, telles que les adopte M. Voigt, ne rendent pas compte du fait que les milieux transparents emportent avec eux dans leur mouvement propre une partie du mouvement vibratoire, comme l'avait prévu Fresnel, et comme l'ont démontré expérimentalement M. Fizeau et MM. Michelson et Morley. L'auteur mentionne ce défaut des équations, mais en réserve la correction, indiquée du reste par M. Lorentz.

Lorsqu'on arrive, à la fin de l'ouvrage, aux théories optiques, elles ne sont plus inconnues : nous avons vu, dans l'Elasticité, les équations du mouvement des ondes, et, dans l'Electricité, la théorie électro-magnétique de ce mouvement. Il reste maintenant à partir des faits d'expériences purement optiques pour compléter l'étude de l'Optique physique. C'est par l'expérience fondamentale de Thomas Young, ou mieux encore par les interférences obtenues par la méthode de Jamin, à l'aide de deux glaces parallèles, que M. Voigt établit l'équation du mouvement lumineux. Le cas de la lumière polarisée est ensuite étudié comme le plus simple, et c'est seulement après avoir résolu les premiers problèmes qui s'y rattachent que l'on arrive à la lumière naturelle ou partiellement polarisée.

Des équations générales de la propagation dans le vide, on passe aux milieux actifs et inactifs et aux milieux absorbants. Ces dernières questions sont traitées en partant du principe d'Hamilton appliqué d'abord au vide, puis aux milieux possédant des propriétés quelconques. Ce chapitre se termine par l'absorption sélective et la réfraction anomale, auxquelles on a consacré tant de travaux depuis quelques mois. C'est au dernier chapitre seulement que l'on abordera l'étude générale de la diffraction, déduite du principe d'Huyghens, soit dans la méthode de Fresnel, soit dans celle de Fraunhofer. Jusqu'ici, nous n'avons considéré que les ondes. Dans un court article qui clôt le volume, nous passons le pont qui conduit à l'Optique des rayons en spécialisant les formules générales. On aperçoit ainsi, de loin, l'Optique géométrique, dont il n'est pas question dans l'ouvrage.

C'est aussi dans ce dernier article que l'on trouve la loi d'émission indiquée par Euler dans le cas de la Mécanique, et spécialisée par Kirchoff ; et l'on termine par un doute sur la généralité de cette loi au sujet de laquelle des expériences récentes ont montré qu'elle contient peut-être dans tous les cas une part d'un phénomène irréversible.

Arrivé au terme de cette analyse, nous ne nous flattons pas d'avoir pu caractériser exactement l'œuvre de M. Voigt. L'ouvrage est en même temps un aide-mémoire

et une œuvre didactique, plutôt qu'une érudite compilation. Peu d'expériences, en effet, sont indiquées au cours de l'ouvrage, et une demi-douzaine de résultats numériques au maximum. L'exposé est allégé aussi de la plupart des noms d'auteurs; c'est à la fin de chaque chapitre que M. Voigt indique les sources : d'abord les ouvrages généraux, puis les mémoires auxquels renvoient des chiffres du texte. L'ouvrage entier témoigne d'un immense labeur, et d'un grand effort de synthèse. Est-il en tous points parfait suivant le plan même de l'auteur? C'est aux maîtres qu'il appartient de le dire.

CH.-E. GUILLAUME,
Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.

3° Sciences naturelles

De Margerie (Emm.). — **Catalogue des Bibliographies géologiques.** — *1 vol. in-8° de 734 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1897.

Quiconque s'est livré à des recherches bibliographiques sur un sujet déterminé sait en présence de quelles difficultés il s'est trouvé, quelles pertes de temps il a éprouvées en raison de l'éparpillement des documents, de la multiplicité des périodiques scientifiques. Au milieu de ce labyrinthe de la littérature, une bibliographie bien faite du sujet dont on s'occupe est un fil d'Ariane que l'on prend toujours en main avec satisfaction; mais comment avoir connaissance des bibliographies qui ont pu être publiés sur une matière donnée? En Géologie, notamment, la multiplicité des branches de la science, la nécessité dans laquelle on se trouve d'avoir recours à des travaux publiés dans les langues les plus diverses et dans les pays les plus lointains compliquent singulièrement les recherches. Lorsque, à la suite de la 5e session du Congrès Géologique International, tenue à Washington en 1891, une Commission permanente de Bibliographie eut été constituée, son premier acte fut de voter la préparation d'un répertoire des bibliographies géologiques; l'exécution du travail fut confiée au secrétaire de la Commission, M. Emm. de Margerie, que sa compétence en matière de bibliographie et sa grande érudition désignaient tout particulièrement pour cette fonction. M. de Margerie eut à centraliser tous les documents qui lui furent communiqués par les membres de la Commission, mais il dut se livrer à une refonte complète de ces documents. Il put réunir et classer ainsi tout près de 4.000 fiches; le volume dans lequel elles sont reproduites vient de paraître; par sa correction typographique il fait honneur à l'auteur et à l'éditeur; il rendra aux géologues, aux géographes, aux minéralogistes de tous les pays des services inappréciables.

EMILE HAUG,
Maître de Conférences de Géologie à la Faculté des Sciences de Paris.

Langlois (Paul), *Chef du Laboratoire de Physiologie à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Sur les fonctions des Capsules surrénales.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *1 vol. in-8° de 136 pages avec figures. F. Alcan, éditeur. Paris*, 1897.

Lorsque MM. Abelous et Langlois entreprirent leurs premières recherches sur le rôle des capsules surrénales (1891), si cette question n'était point neuve, elle était encore fort obscure. Elle n'était pas neuve, puisque le célèbre médecin anglais Thomas Addison avait découvert en 1855 la relation entre le syndrome morbide qui a conservé son nom (*maladie d'Addison*) et des altérations des capsules surrénales, et que, l'année suivante, Brown-Séquard avait montré par un grand nombre d'expériences sur les animaux que la suppression de ces organes entraîne la mort à la suite d'accidents caractéristiques. Mais la signification du rapport établi par Addison entre la maladie bronzée et des lésions des capsules, avait été contestée, et, d'autre part, les conclusions tirées de ses expériences par Brown-Séquard avaient trouvé peu d'adhérents. C'est que, il faut bien le reconnaître, parmi ces conclusions, toutes n'étaient pas exactes; bien plus, les faits principaux eux-mêmes avaient été révoqués en doute par plusieurs expérimentateurs qui, par exemple, prétendaient avoir vu survivre les animaux à l'ablation complète des capsules; et la raison de telles contradictions restait indéterminée.

Ce fut le premier et essentiel mérite des expériences très soignées d'Abelous et Langlois de lever tous ces doutes; la question se trouva du coup éclaircie. L'extirpation des glandes supra-rénales, si elle est totale, est rapidement mortelle chez la grenouille (Abelous et Langlois) comme chez le cobaye (Brown-Séquard, Abelous et Langlois) et chez le chien (Langlois); mais il faut absolument que cette extirpation soit complète, et, comme il est assez facile, si l'on n'est pas bien prévenu de la nécessité absolue de cette condition, de laisser en place un fragment glandulaire, on s'explique aisément par là les insuccès des anciens contradicteurs de Brown-Séquard. Ces résultats rapprochaient d'ailleurs la glande surrénale des autres glandes à sécrétion interne, telles que le pancréas et la thyroïde.

Mais ces recherches furent poussées plus loin. Déterminant avec précision les accidents consécutifs à l'opération, les auteurs remarquèrent un fait d'une grande importance, c'est à savoir que les grenouilles et les cobayes privés de leurs capsules présentent des modifications de l'excitabilité des nerfs moteurs telles que l'on est nécessairement amené à penser que ces animaux sont empoisonnés par une substance qui agit à la façon du curare. La présence d'une semblable substance fut, en effet, constatée physiologiquement dans le sang des cobayes, lapins et chiens opérés, au moyen d'injections de sérum sanguin de ces animaux, faites à d'autres de même espèce ou d'espèce différente et produisant des phénomènes typiques de paralysie. En même temps, d'autres expériences établissaient que la substance en question doit provenir du tissu musculaire, résultant du fonctionnement des muscles. Ce dernier fait d'un si haut intérêt fut bientôt confirmé par un très bon travail du physiologiste italien Albanese.

Dans le dernier chapitre de sa thèse, *Conclusions*, M. Langlois a écrit : « Les capsules surrénales sont des glandes vasculaires sanguines dont l'importance fonctionnelle est manifeste. Leur destruction totale amène fatalement et rapidement la mort. Ce sont des organes chargés de modifier, neutraliser ou détruire des poisons fabriqués sans doute au cours du travail musculaire et qui s'accumulent dans l'organisme après la destruction des glandes surrénales... Quant au lieu de formation des produits toxiques que doivent détruire les capsules surrénales, nous pensons qu'il se trouve dans les muscles, attendu que l'extrait alcoolique de muscle est très toxique pour les grenouilles acapsulées et que ces animaux ne résistent pas à la fatigue, fait bien observé depuis par Albanese et par Abelous. »

C'est là le résumé exact des principales recherches exécutées par l'auteur, soit seul, soit en collaboration avec Abelous. Il n'est que juste d'ajouter que ces recherches ont singulièrement enrichi la Physiologie; sur une question fort obscure une claire lumière a été projetée; on sait sûrement maintenant : que les capsules sont indispensables à la vie, et cela chez les animaux à sang froid comme chez les Mammifères; quelle est la nature essentielle des troubles présentés par les animaux privés de ces organes, et que ceux-ci détruisent normalement une substance toxique produite dans les muscles. Et ces acquisitions peuvent être considérées comme définitives. Dans la voie ainsi largement ouverte, d'ailleurs, bien des chercheurs se sont engagés et à leur tour ont récolté. De telle sorte qu'il est aussi permis de dire que les recherches dont il s'agit ont rappelé l'attention des physiologistes sur des organes négligés à tort ou de guerre lasse.

Sans doute, bien des points sont encore indéterminés : la nature de la toxine musculaire dont il a été parlé, par exemple, et le mode même d'action des capsules surrénales, le mécanisme par lequel les éléments glan-

dulaires neutralisent ou détruisent la toxine. Dans la seconde partie de sa thèse, M. Langlois examine avec prudence ces problèmes et quelques autres questions discutables, plus ou moins récemment posées sur les fonctions de ces glandes, et il soumet à une critique sagace, à la fois d'ordre théorique et de nature expérimentale, les solutions qui ont pu en être données. De tous ces derniers chapitres il ne se dégage plus sans doute de notions aussi importantes que celles qui sont exposées dans la première partie de l'ouvrage, mais on y trouve encore bien des indications utiles, des aperçus ingénieux, des faits intéressants, comme ceux relatifs, par exemple, à l'action antitoxique du tissu des capsules, à l'action vaso-motrice, si curieuse, des extraits de ces organes ou à d'autres effets de ces extraits, aux effets du sang de la veine capsulaire, etc.

Pour toutes ces raisons, la thèse de M. Langlois constitue et restera une excellente monographie. C'est que l'auteur avait fait sur la question des expériences décisives et qu'il lui a suffi d'en rédiger un exposé précis et clair pour présenter à la Faculté des Sciences un travail mûri, dont la valeur, la signification et la portée sont déjà reconnues par tous les physiologistes.

É. Gley,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

4° Sciences médicales

Gautier (Armand), *Membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie de Médecine, Professeur de Chimie à la Faculté de Médecine de Paris*, et **Arthus** (Maurice), *Professeur à l'Université de Fribourg (Suisse)*. — **Leçons de Chimie biologique normale et pathologique.** — *1 vol. in-8° de 828 pages avec figures (Prix : 18 francs). Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1897.

Dès la première édition, les leçons de Chimie biologique de M. Armand Gautier étaient devenues un livre classique, quelque chose comme le Hoppe-Seyler français pour tous les chimistes, physiologistes ou médecins qui s'intéressent aux progrès de cette branche sans cesse grandissante de la Chimie. La nouvelle édition peut revendiquer sur la précédente deux avantages : tout d'abord, celui de paraître à une heure décisive dans l'évolution de la science, au moment précis où la Chimie biologique, après avoir glané nombre de découvertes aux abords immédiats du domaine médical, s'est attaquée directement aux problèmes de la Médecine proprement dite, et déjà, dans cette voie, a remporté quelques victoires qui ne laissent pas que d'être fort brillantes. A un second point de vue, cette deuxième édition arrive à son heure : la Chimie biologique ne s'adresse pas seulement à un groupe restreint de savants ou de curieux, elle figure aujourd'hui dans le programme des Facultés de Médecine, et a sa véritable place à côté de la Physiologie, à laquelle une communauté évidente du but à poursuivre et des méthodes à employer la lie de plus en plus étroitement. Enfin, la Chimie biologique n'est plus, comme autrefois, reléguée aux dernières leçons d'un cours magistral ou résumée en un modeste enseignement auxiliaire ; d'après les nouveaux règlements, elle constitue le domaine exclusif des professeurs de Chimie dans les Facultés de Médecine et, pour ainsi dire, la principale raison d'être de leur maintien dans les cadres de la scolarité médicale.

Le livre de M. Armand Gautier est appelé à bénéficier de tous ces avantages, et l'auteur s'en est bien rendu compte. S'il a donné dans son traité un grand développement à l'histoire chimique des principes immédiats de l'organisme, à l'étude de leurs propriétés, à leur préparation ou à leur synthèse, s'il s'est proposé d'asseoir sur une forte instruction chimique l'éducation biologique du futur médecin, M. Armand Gautier n'a pas perdu de vue que le public auquel il s'adresse est, par excellence, un public médical, que la Chimie n'est pas le but final des efforts de l'étudiant en médecine, mais bien une voie d'accès, la plus rationnelle, la plus sûre et aussi la plus féconde, vers la Physiologie, la Pathologie, la Clinique et toutes les sciences qui gravitent autour d'elles.

M. Armand Gautier a, pour cette seconde édition, associé à son œuvre un jeune savant qui a réussi à imposer l'autorité de son nom et de ses travaux aux spécialistes de la Chimie aussi bien qu'aux professionnels de la Physiologie pure. M. Maurice Arthus a apporté plus d'une addition précieuse au livre substantiel, riche d'idées, nourri de faits, qu'avait écrit M. Armand Gautier en rédigeant la première édition de son traité.

L'ouvrage est distribué en cinq parties : 1° Principes immédiats de l'organisme ; 2° Humeurs et tissus ; 3° Fonctions générales (respiration, digestion, etc.) ; 4° Phénomènes primordiaux de l'assimilation et de la désassimilation ; 5° Lois de la vie d'ensemble. Bien que ce programme présente dans son application quelques difficultés de détail, qu'il ne sépare pas assez nettement ce qui est du domaine de la Chimie biologique générale et ce qui appartient en propre à la Chimie physiologique, quoiqu'il expose les auteurs à répartir sur plusieurs chapitres des notions qui seraient avec avantage condensées en un seul, malgré tout, l'exposition se développe bien, suivant un plan logique, plein de méthode et de clarté.

Personne mieux que M. Armand Gautier ne pouvait écrire l'histoire complète des albumines ; on en trouvera dans son livre une fort belle étude. Relevons, en passant, quelques modifications dans la classification des albumines, le groupement très naturel des corps protéiques qui, outre les éléments fondamentaux, renferment du fer, du cuivre, de l'iode, etc. Les travaux de Kossel et de l'école de Marburg ont éclairé d'une vive lumière la constitution des nucléo-albumines ; ils sont exposés avec détails dans le chapitre consacré à cette importante classe de composés. Actuellement, en Bactériologie la première place est aux produits solubles : MM. Gautier et Arthus se sont efforcés d'en tenir compte et ils y ont pleinement réussi en développant comme il convient la question des toxines microbiennes (tétanos, diphtérie, charbon, choléra, tuberculose). La part contributive de l'auteur dans la découverte des principes immédiats dérivés des albumines a été trop grande pour que le chapitre des leucomaïnes ne porte pas l'empreinte d'un esprit qui a su découvrir, puis grouper en de larges vues synthétiques les faits qu'il avait mis en lumière.

Dans la deuxième partie, on trouvera, à propos du muscle, un exposé complet des belles recherches de M. Chauveau sur la source du travail musculaire. Ces pages sont aussi claires que le comporte l'étude de cette très difficile question où les notions d'élasticité, de force et de travail s'entremêlent encore avec quelque confusion, du moins dans l'esprit du lecteur. En traitant du cartilage, les auteurs ont signalé les dernières recherches de Schmiedeberg sur les composés sulfo-conjugués du tissu cartilagineux. L'activité cérébrale a été pour M. Armand Gautier l'occasion d'exposer une fois de plus des idées très justes sur la délimitation entre la sensation d'une part, la conscience de cette sensation et l'idée d'autre part. On pourrait encore invoquer à l'appui de sa théorie l'argument des perceptions subconscientes, si propres à accuser cette différenciation.

Toutes les branches de la Chimie biologique ont fait, comme nous le disions plus haut, de remarquables progrès. On en trouvera la preuve dans les chapitres consacrés au foie et surtout à la glande thyroïde, sur laquelle la découverte du regretté Baumann vient d'attirer l'attention des chimistes. Mais nulle part peut-être, cette influence des travaux récents ne se marque mieux que dans l'histoire chimique du sang et tout spécialement de la coagulation que MM. Gautier et Arthus, ce dernier en collaboration avec M. Pagès, ont contribué à élucider à la suite de recherches devenues

classiques. Peut-être cependant pourrait-on trouver que la question n'est pas mise au courant des tout derniers efforts : la découverte, par Lilienfeld, de la leuco-nucléo-histone, les expériences de Woolridge sur le sang peptoné.

C'est par une étude historique de nos connaissances sur le chimisme respiratoire que débute la troisième partie de l'ouvrage (Fonctions générales) ; puis viennent successivement la Respiration et la Digestion. Le livre de M. Armand Gautier est assez remarquable pour qu'on n'hésite pas à formuler un vœu : c'est celui de trouver à cette place, dans les éditions futures, une étude préliminaire, préface indispensable de la digestion, nous voulons parler de l'alimentation. La chimie des aliments est si fertile en déductions et en applications de toutes sortes, elle présente de si étranges singularités, elle a été racontée (c'est le mot) d'une façon si attrayante dans le fameux livre de Bunge, qu'un chimiste ne doit pas, semble-t-il, négliger cette riche matière ou même en écourter les développements. L'étude de la salive, celle du suc gastrique sont remarquablement traitées : elles comprennent une monographie complète de la pepsine; par contre, la part faite au chimisme pathologique de l'estomac aurait gagné à une plus grande étendue. Nous passons ensuite au suc pancréatique, à la bile, aux principes immédiats de cette humeur, enfin au suc intestinal et aux réactions chimiques de l'intestin grêle.

L'urine a été et est encore le sujet de prédilection d'un grand nombre de biologistes; c'est de tous les liquides organiques le mieux connu, celui aussi dont l'étude, bien que très avancée, laisse le plus facilement surprendre quelques vérités nouvelles. L'importance de l'urine se mesure à la place toujours considérable qu'occupe l'urologie dans les traités classiques. L'ouvrage de M. Armand Gautier n'échappe pas à la règle commune : il est fort bien documenté; malheureusement, l'histoire des principes immédiats est répartie sur plusieurs chapitres et quelquefois dans des parties différentes du volume. L'auteur passe en revue les lois de l'élimination des composés urinaires, les procédés de dosage, les variations physiologiques et pathologiques. Notons, en passant, un exposé très complet des éléments anormaux, des conditions de leur apparition, de leur origine et de leur diagnose. Tout ce qui est dit de la peptonurie et de l'hémoglobinurie paroxystique serait à citer.

C'est par la chimie des organes reproducteurs que se termine la troisième partie de l'ouvrage : l'œuf, le sperme, l'importante et difficile question du lait sont étudiés tour à tour. Au sujet de la constitution physique du lait, les auteurs se rangent avec la plupart des savants parmi les partisans d'une émulsion simple des globules butyreux maintenus à l'état d'éléments isolés par les seules forces capillaires, sans l'intervention d'une membrane protéique enveloppante. On ne sera pas surpris de trouver MM. Gautier et Arthus au nombre des auteurs qui admettent des différences foncières, spécifiques, entre les albumines du lait, contrairement à l'opinion uniciste soutenue par M. Duclaux, mais rejetée par tous les chimistes.

Dans la quatrième partie du volume, le lecteur trouvera une étude des divers mécanismes de la nutrition générale : d'abord, les procédés chimiques (actions de l'eau, des sels, des ferments solubles). Ce dernier chapitre a été mis au courant des importants travaux de ces dernières années; les recherches de MM. Bertrand et Bourquelot sur les oxydases, celles de M. Hanriot sur le ferment saponifiant des graisses y sont analysées avec soin. Une note expose, peut-être un peu brièvement, les idées exprimées par M. Arthus touchant la nature des diastases.

A ce propos, on ne peut nier que nous n'assistions actuellement, au cœur même de la Science et à l'exemple de ce qui se passe dans la Littérature et dans l'Art, à un incontestable réveil de ce que M. Brunetière appellerait l'idéalisme. Qu'on s'en offusque ou qu'on s'en félicite (la chose importe assez peu), par suite d'une réaction contre la matérialisation systématique de tous les phénomènes naturels, nombre de savants écrivent aujourd'hui ce que nul d'entre eux n'eût contresigné il y a vingt ans. M. Arthus a exprimé sur la nature des enzymes des idées qui, pour n'être pas absolument neuves, n'en ont pas moins un grand intérêt, et je peux bien dire à mon tour que je considère ces mystérieux agents comme participant en quelque sorte aux phénomènes de la vie par suite de leurs étroites relations (qui peut-être ne sont pas seulement d'ordre chimique) avec les nucléo-albumines des noyaux cellulaires. J'ai regretté, à cet égard, de ne pas trouver dans le volume que nous analysons ici, la relation d'une expérience, aussi ingénieuse que suggestive, imaginée par M. Armand Gautier et qui ne tend à rien moins qu'à nous faire admettre qu'une trace de pepsine ensemencée dans un milieu favorable y développe progressivement sa puissance et s'y comporte à la façon d'un microbe en voie de multiplication.

Les procès chimiques de l'organisme occupent les derniers chapitres de la quatrième partie. L'auteur insiste avec force sur les phénomènes d'hydratation dont il a le premier signalé et démontré toute l'importance : il établit que l'hydrolyse est par excellence le procédé de désassimilation des albuminoïdes et appuie de preuves nombreuses et décisives une opinion devenue classique. Puis, viennent les procès d'assimilation et de désassimilation des matériaux organiques (substances protéiques, graisses, hydrocarbonés), leurs modes de transformation et de dédoublement dans l'économie (oxydations, réductions, déshydratations, etc.). C'est dans cette partie du volume que sont étudiées les mutations de matières dans l'économie, l'origine du glycogène, des corps gras, de l'urée, de l'acide urique, des composés biliaires, des pigments.

La dernière partie est un chapitre de haute biologie : c'est un exposé de nos connaissances actuelles sur les sources de l'énergie et les lois de sa transformation chez les êtres vivants : principes thermochimiques généraux, évaluation chimiques et énergétique du potentiel alimentaire, dépenses d'énergie sous forme de chaleur, de travail physiologique et de travail extérieur, bilans en matière et en énergie des gains et des pertes de l'organisme.

Le volume se termine par la synthèse des idées et des faits qui constituent la texture du livre. M. Armand Gautier professe qu'un savant, arrivé au sommet de la hiérarchie scientifique, a pour devoir de jeter sur les choses un regard d'ensemble. Qui oserait l'en blâmer? Un homme de science, que ses travaux ont classé tel, doit-il écarter ces considérations synthétiques, ces vues hautes jusqu'où de petits esprits dédaignent de s'élever? M. Gautier est de ces savants que la philosophie n'effraie point, parce qu'ils croient très justement que la philosophie est la conclusion nécessaire, l'expresssion ultime, le couronnement indispensable de la science. Les lecteurs de cette *Revue* savent de quelle portée est l'esprit philosophique de M. Gautier. Ils retrouveront cette puissance de synthèse, ces théories hardies et fécondes dans le bel ouvrage dont l'analyse précédente ne saurait donner une idée exacte, mais dont on peut dire, en manière de conclusion, qu'il n'est pas seulement un volume des plus substantiels et des plus utiles par la somme considérable des matériaux qui y sont accumulés. C'est plus et mieux qu'un grand traité classique; c'est un bon livre : il fait penser.

Dr Louis Hugounenq,
Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon,
Correspondant de l'Académie de Médecine.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 3 Mai 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Faye** présente le sixième volume des *Annales de l'Observatoire de Nice*, contenant des recherches sur la planète Hécube, l'observation de nébuleuses et leur catalogue, la détermination des coordonnées des étoiles doubles. — M. **F. Gonnessiat** a déduit, de mesures faites depuis douze ans à l'Observatoire de Lyon, une nouvelle loi des variations de la latitude; cette loi contient deux termes de plus que la loi de Chandler; le plus important se rattache au déplacement de la ligne des nœuds de l'orbite lunaire. Cette nouvelle loi met en évidence l'action du Soleil et de la Lune sur le déplacement de l'axe de rotation à l'intérieur du sphéroïde terrestre. — M. **S. Zaremba** communique quelques considérations sur le problème de Dirichlet, d'où il déduit qu'on peut étendre à l'espace le « procédé alterné » de M. Schwarz. — Pour repérer la direction de la verticale, on emploie généralement soit des visées nadirales sur un bain de mercure, soit un pendule, soit une nivelle à bulle d'air. M. **Ch. Lallemand** a comparé les indications données par ces trois procédés avec celles fournies par une nouvelle méthode, proposée récemment comme plus expéditive et plus précise : le repérage direct par contact en trois points avec la surface libre du mercure. Il établit que le nouveau procédé ne saurait, dans aucun cas, lutter avec la simple nivelle à bulle d'air. — M. **G. Darboux** fait le récit de l'inauguration du monument de Lobatchevski à Kazan.

2° Sciences physiques. — M. **H. Deslandres** a observé une propriété nouvelle des rayons cathodiques; lorsqu'un de ces rayons est dévié par un corps voisin, le plus souvent il se divise en même temps en plusieurs rayons distincts qui sont inégalement déviés; les seconds rayons, qui étaient réunis dans le rayon primitif, se trouvent ainsi séparés. — MM. **N. Egoroff** et **N. Georgiewsky** ont continué l'étude de la polarisation partielle des radiations émises par quelques sources lumineuses sous l'influence du champ magnétique et de sa variation avec l'intensité du champ magnétique et la température de la flamme. — L'étude des phénomènes d'oxydation lente a conduit M. **A. Bach** à la conclusion que la transformation, dans l'organisme animal, de l'oxygène passif en oxygène actif peut s'effectuer par l'intermédiaire des peroxydes qui prennent naissance dans l'oxydation des substances facilement oxydables. — MM. **H. Baubigny** et **P. Rivals** donnent l'équation finale de la réaction qui se passe dans leur procédé de dosage du brome par le permanganate de potassium en présence de sulfate de cuivre :

$$24\,KBr + 8\,MnO^4K + 21\,CuSO^4 + 18\,H^2O$$
$$= 12Br^2 + (Mn^4O^{10}H^3)^2Cu + 5\,[SO^3CuO + 3Cu(OH)^2] + 16K^2SO_4$$

M. **G. Charpy**, dans ses études sur la constitution des alliages métalliques, est arrivé à reconnaître : 1° des *alliages eutectiques*, c'est-à-dire à point de fusion minimum, analogues aux cryohydrates de M. Ponsot; 2° des *composés définis*, tels que Cu^2Sn ou Cu^2Sb. — MM. **Albert Lévy** et **F. Marboutin** ont constaté que leur méthode de dosage de l'oxygène dissous dans l'eau ne s'appliquait plus très bien à l'eau de mer; dans ce cas, ils préfèrent remplacer le permanganate par le bichromate de potasse et déceler la fin de l'opération par le procédé de la touche au moyen du ferricyanure de potassium. — M. **D. Tombeck** décrit un certain nombre de composés formés par les sels métalliques ($ZnCl^2$, $ZnBr^2$, ZnI^2, $CdCl^2$, $CdBr^2$, CdI^2) avec des bases organiques (aniline, toluidine, xylidine); ces composés sont analogues à ceux formés par l'ammoniaque avec les mêmes sels. — M. **R. Jarry** a constaté que la monométhylamine, liquide ou gazeuse, se combine avec le chlorure d'argent pour donner un composé de formule $AgCl, AzH^2(CH^3)$. — MM. **Alberto d'Aguiar** et **Wenceslau da Silva** indiquent une méthode pour la recherche du jaune de naphtol S et des colorants analogues dans les vins blancs et dans les liqueurs. — M. **Aimé Girard** termine la description de sa nouvelle méthode d'analyse du blé. Les bas produits et issues sont agités dans l'eau glacée pendant vingt-quatre heures; l'amidon et le gluten restés adhérents aux débris d'enveloppes se détachent; les matières solubles se dissolvent. On dose alors séparément l'amidon, le gluten, les matières solubles et le résidu insoluble. — M. **E. Fleurent** indique une méthode perfectionnée pour la détermination de la composition immédiate du gluten des farines de blé, c'est-à-dire du rapport de la gluténine à la gliadine qui indique la qualité boulangère de la farine. — MM. **L. Roos** et **F. Chabert** adressent une note intitulée : Influence de la température de fermentation sur la teneur en azote des vins.

3° Sciences naturelles. — M. **Ph. van Tieghem** donne une classification générale des Phanérogames dans laquelle il se base, en première ligne, sur la nature du fruit, suivant qu'il est ou non pourvu de graines, puis sur l'absence ou la présence (et, dans ce dernier cas, la conformation plus ou moins compliquée) de l'ovule. Ce n'est que plus tard qu'il fait intervenir les caractères tirés de la conformation de la corolle et des rapports du pistil avec les verticilles externes de la fleur. — M. **A. Sabatier** recherche la signification morphologique des os en chevron des vertèbres caudales. Il montre que le système des os interépineux qui, au niveau de la cavité viscérale, a fourni les ceintures, les membres, le sternum et la clavicule, fournit, dans bien des cas, en arrière de la cavité viscérale, une série d'os en V, ou os en chevron, qui représentent les interépineux de la région caudale de la colonne vertébrale. — M. **Louis Léger** pense que, chez les Arthropodes, le genre *Eimeria* ne représente pas un parasite distinct, mais une partie du cycle évolutif de la Coccidie à spores durables qui coexiste avec lui. Le cycle entier de la Coccidie peut alors se résumer ainsi : sporozoïte eimérien, forme encapsulée, kyste tétrasporé (*Coccidium*), sporozoïte coccidien (pénétration dans l'hôte), bourgeonnement eimérien, sporozoïte eimérien. — M. **J.-P. Morat** montre que les inhibiteurs vasculaires quittent la moelle et par les racines antérieures et par les racines postérieures : ceux qui émanent des racines antérieures sont condensés vers ou dans la moelle dorsale; ceux qui émanent des racines postérieures sortent de la moelle au niveau de ses renflements (lombaire, bulbaire) et suivent le trajet direct des nerfs sensitivo-moteurs de la région. — MM. **J. Sabrazès** et **P. Rivière** ont constaté que les rayons X n'avaient aucune influence appréciable sur le *Microbacillus prodigiosus;* de même, ils n'ont aucune action sur la production des leucocytes, ni sur les mouvements du cœur chez les grenouilles. — M. **J. Vallot** établit que le Mont-Blanc est constitué par une série de plis parallèles très aigus, dirigés du nord-ouest au sud-est et plongeant tous au sud-est. — MM. **J. Révil** et **J. Vivien** étudient la tectonique de la chaîne Nivollet-Revard. L'anticlinal, qui constitue l'accident fondamental de la chaîne, est la continuation de celui du Semnoz; mais de nombreux plis secondaires sont venus s'y adjoindre pour s'empiler plus au sud.

Louis Baunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 4 Mai 1897.

MM. **Prosper Lemaistre** (de Limoges) et **Vidal** (d'Hyères) sont élus correspondants nationaux dans la Division de Médecine. — M. **Javal** présente un rapport sur un mémoire de MM. **De Lapersonne** et **Grand** (de Lille) relatif à un cas d'hémianopsie inférieure binoculaire d'origine traumatique. La lésion, origine du mal, paraissait être corticale et située dans la partie la plus reculée du lobe occipital. — M. **Le Dentu** rapporte une observation de perforation spontanée de l'estomac sur sa face antérieure, sous le foie et à peu de distance du pylore. On pratiqua la laparotomie et le malade guérit. La laparotomie donne aujourd'hui de très bons résultats lorsqu'elle est pratiquée dans les premières heures de la perforation; mais ses chances de réussite diminuent rapidement à partir du premier jour. — M. **Le Dentu** montre un appendice extirpé présentant un rétrécissement et une toute petite perforation au delà du rétrécissement. — M. **Dumontpallier**, se basant sur un assez grand nombre de statistiques, pense que le traitement médical de l'appendicite est rationnel, utile et, le plus souvent, suffisant. L'intervention chirurgicale doit être réservée à des cas nettement déterminés.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 1er Mai 1897.

M. **Bouchard** annonce la mort de M. **Magitot** et prononce son éloge. — MM. **Gilbert** et **Garnier** ont observé chez un chlorotique un souffle doux, continu, à renforcement systolique, au niveau de la veine cave supérieure et des troncs veineux branchio-céphaliques. — M. **G. Linossier** croit que, chez beaucoup d'hyperchlorhydriques, l'acide chlorhydrique qui franchit le pilore détruit la trypsine pancréatique s'il n'est pas neutralisé par une hyperalcalinité de l'intestin, et empêche ainsi, en partie ou totalement, la digestion pancréatique. — M. **C. Richet** fait remarquer que chez les Sélaciens, où il existe de l'hyperchlorhydrie, la digestion est cependant très active. — MM. **Souques** et **Marinesco** décrivent les lésions de la moelle épinière qu'ils ont observées à la suite d'une amputation de la main. — M. **Féré** communique l'observation d'un épileptique devenu hémiplégique. — M. **Féré** a étudié l'action des vapeurs d'alcool, de chloroforme et d'éther sur le développement des œufs. — M. **Lemoine** (de Lille) a constaté que le bleu de méthylène amenait la disparition de l'albuminurie dans le mal de Bright. — M. **Bourquelot** met en garde les expérimentateurs, dans la recherche des ferments oxydants, contre des substances, telles que la quinone, qui ont des réactions colorées analogues à celles de ces ferments. — M. **G. Weiss** a mesuré la longueur des fibres de différents muscles et étudié leur rapport avec le déplacement des extrémités.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 26 Mars 1897.

M. **H. Hélier** passe en revue ses expériences sur les combinaisons des gaz aux basses températures. Il discute les théories applicables à l'explication de ces phénomènes, que la théorie thermo-dynamique classique ne peut expliquer. Ces recherches démontrent qu'il existe des combinaisons limitées, mais non limitées par la réaction inverse. Ce fait, établi pour les gaz, paraît plus général et pourra aussi expliquer les expériences de M. Pictet sur les réactions aux basses températures et les observations que nous connaissons de réactions limites irréversibles. — M. **L. Bourgeois** a repris l'étude de la formation de l'urée par chauffe du sesquicarbonate et du carbamate d'ammoniaque. On arrive ainsi à des rendements de 7 à 10 %. — M. **Friedel** présente une note de M. **Charabot** sur l'essence de géranium et une note de M. **A. Mermet** sur une réaction de l'oxyde de carbone.

Séance du 9 Avril 1897.

M. **Béchamp** traite des ferments solubles. — M. **C. Matignon** a préparé le carbure de sodium et l'acétylène monosodé par l'action du sodium sur l'acétylène. Il est parvenu à obtenir ces composés très purs. Leurs réactions avec les oxydants, les halogènes, les aldéhydes, les acétones feront l'objet de communications ultérieures. — M. **H. Le Chatelier** a étudié la dissociation du minium. A 640° la tension de l'oxygène atteint une atmosphère. A température moins élevée elle décroît rapidement. A 445° elle n'est plus que de quelques millimètres de mercure. — M. **Léger** a étudié l'action de l'hypobromite de sodium sur certains phénols. Avec le phénol ordinaire, il semble d'abord y avoir formation de tribromophénol; puis la molécule se détruit, il se dégage de l'acide carbonique, il y a formation d'acide oxalique, de tétrabromure de carbone et d'une matière bromée amorphe. Les diphénols benzéniques donnent des résultats identiques; il y a souvent formation d'abord de bromoforme, puis de tétrabromure de carbone. Avec le pyrogallol on obtient presque exclusivement de l'acide carbonique et de l'acide oxalique. Avec les phénols dérivés de la naphtaline, la destruction de la molécule est bien moins accusée. Il se forme surtout des matières colorantes permettant de distinguer ces corps. — M. **Rosenstiehl** démontre que, contrairement aux idées courantes, on peut, avant toute fermentation, dissoudre la matière colorante rouge des pellicules du raisin dans le jus du fruit. Il suffit de chauffer le moût à l'abri de l'air à 45-50°. La présence d'air donne un goût de cuit et amène l'insolubilisation de la matière colorante. — M. **Friedel** présente une note de M. **Collet** sur l'action du chlorure d'acétyle sur quelques hydrocarbures aromatiques en présence du chlorure d'aluminium et une note de M. **Genvresse** sur un isomère du disulfure de diphenylène. E. Charon.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences mathématiques

C.-G. Knott : Sur les périodicités lunaires dans la fréquence des tremblements de terre. — Le mémoire de l'auteur est consacré à la discussion d'un catalogue de 8.831 tremblements de terre, survenus au Japon de 1885 à 1892, et enregistrés par le Professeur Milne. M. Knott arrive aux conclusions suivantes : 1° La fréquence des tremblements de terre au Japon est évidemment soumise à une périodicité associée avec le jour lunaire; 2° La période lunaire semi-diurne est particulièrement évidente, en raison de sa prééminence relative et de la régularité avec laquelle, dans chacun des deux groupes des nombreux districts séismiques, sa phase est en relation avec l'époque du passage de la lune au méridien ; 3° Il n'est pas certain que la charge et la décharge dues au flux et au reflux des marées océaniques aient un effet sur la fréquence séismique ; 4° On doit donc considérer l'attraction périodique directe de la lune, dans sa variation journalière, comme la cause la plus probable d'une classe de fréquence qui n'excède pas 6 % de la fréquence moyenne ; 5° Il existe également à la fois comme amplitude et comme phase, une périodicité de quinze jours (semi-mensuelle) associée aux époques de conjonction et d'opposition de la Lune et du Soleil; 6° Aucune conclusion définie ne peut être tirée des périodicités apparentes, mensuelles et semi-mensuelles, qui semblent associées avec les changements périodiques dans la distance de la lune et la déclinaison, car bien que des composants harmoniques existent lorsque les statistiques sont analysées conformément au changement périodique dans la position de la lune relatif à l'écliptique, aucune attraction périodique ne peut être rattachée directement à cette période particulière ; 7° Dans aucun cas, la valeur de la phase n'apporte un soutien à l'hypothèse qu'il y a une

connexion réelle entre le changement dans la position de la lune et la fréquence des tremblements de terre, puisque la fréquence maximum tombe près de l'époque du périgée ; 8° Ces conclusions ont une valeur particulière, en ce qu'elles sont basées sur des statistiques exactes de plus de 7.000 tremblements de terre, ayant eu lieu pendant huit ans sur une portion limitée de la croûte terrestre, les conditions séismiques étant donc restées constamment les mêmes.

2° Sciences physiques

J. Hopkinson, F. R. S., et **E. Wilson : Sur la capacité et la charge résiduelle des diélectriques et l'influence que la température et le temps exercent sur eux.** — La majeure partie des expériences décrites dans la note ont été faites avec le verre et la glace. On constate que, pour de longues durées, la charge résiduelle diminue avec l'élévation de température dans le verre, mais que, dans un temps très court, elle augmente pour le verre et la glace. La capacité du verre, quand elle est calculée pour une petite durée, telle qu'un centième à un dixième de seconde, augmente plus avec l'élévation de température, mais quand elle est calculée pour une courte période, comme $\frac{1}{10^6}$ de seconde, il ne se produit pas d'élévation sensible. La différence est due à la charge résiduelle qui apparaît entre $\frac{1}{50.000}$ de seconde et $\frac{1}{100}$ de seconde. La capacité de la glace, mesurée pour des périodes de un centième à un dixième de seconde, croît à la fois avec la température et avec le temps; sa valeur est de l'ordre de 80. Mesurée pour des périodes de $\frac{1}{10^6}$ de seconde, sa valeur n'est plus que de 3. La différence est due à la charge résiduelle, qui apparaît dans les courtes durées. Pour le verre, la conductibilité a été observée à de très hautes températures et après un temps très court d'électrisation; la conductibilité après $\frac{1}{50.000}$ de seconde d'électrisation est plus grande qu'après $\frac{1}{10.000}$ mais, pour de plus grandes durées, elle est sensiblement constante.

Morris W. Travers : Expériences sur l'hélium. — MM. Runge et Paschen avaient annoncé, l'année dernière, que l'étude du spectre de l'hélium conduit à supposer la présence de deux éléments dans ce gaz, l'un donnant les lignes dans le jaune, l'autre les lignes dans le vert. M. Runge avait même présenté un tube contenant le constituant vert; mais il indiquait plus tard que cette couleur du spectre pouvait provenir d'une variation de pression. M. Travers a pensé que si l'hélium est réellement composé de plusieurs gaz, il devait être possible de les séparer en se basant sur leur absorption différente par le platine. Dans ce but, les expériences suivantes ont été entreprises :

Un tube de Pflücker, à électrodes de platine, est chauffé dans un bec de Bunsen; puis on y introduit de l'hélium à 3 millimètres de pression. Si l'on y fait alors passer le courant d'une bobine, on observe un dépôt de platine autour de la cathode, en même temps que diverses colorations se succèdent dans l'ordre suivant : jaune (avec un peu de rouge), jaune prononcé, jaune vert; vert (très prononcé), vert phosphorescent; vide phosphorescent (des étincelles jaillissent entre les électrodes en dehors du tube). Si l'on relie alors le tube à une pompe de Töpler, on constate qu'il ne contient plus aucune trace de gaz. Mais si l'on chauffe le tube dans un bec de Bunsen, le gaz se dégage peu à peu et, si l'on fait passer la décharge, on observe toutes les colorations précédentes, du vert au jaune. On voit donc que l'hélium peut être entièrement absorbé par le platine.

Une deuxième expérience est commencée comme la première, mais on arrête la décharge au moment où la coloration verte est la plus prononcée. S'il y a eu séparation, le gaz absorbé par le platine doit être formé en majeure partie du constituant jaune et doit donner un spectre jaune après avoir été mis en liberté. On enlève donc le gaz restant et après avoir refermé le tube, on le chauffe dans un bec de Bunsen; mais si l'on fait passer de nouveau le courant, on observe invariablement une coloration verte. La couleur du spectre de l'hélium dépend donc de la pression; jaune à une certaine pression, elle devient verte à mesure que l'hélium est absorbé par le platine et que la pression diminue.

L'auteur a remarqué, d'autre part, que si l'hélium contenu dans le tube est mélangé à de l'argon, ce dernier n'est absorbé qu'en très petite quantité. L'auteur s'est servi de cette propriété pour séparer ces deux corps et il donne la description d'un appareil qui permet de faire cette séparation en grand.

3° Sciences naturelles

Karl Pearson, F. R. S. et miss **Alice Lee : Contributions mathématiques à la théorie de l'évolution : la télégonie chez l'homme.** — La réalité des faits de *télégonie* est aujourd'hui encore très énergiquement contestée par bon nombre de naturalistes, qui croient pouvoir rendre compte soit par une connaissance incomplète de l'hérédité des deux générateurs, soit par une variation spontanée, des très rares exemples authentiques apportés à l'appui de cette hypothèse. M. Pearson a pensé que l'on pouvait trouver dans une statistique comparative des mensurations des divers membres d'un certain groupe de familles des données utiles pour la solution de cette question de biologie générale. Si l'on constatait en effet qu'à tel ou tel point de vue, au point de vue de la taille par exemple, les plus jeunes enfants d'un couple présentent avec le père une ressemblance plus grande que les aînés et avec la mère une ressemblance moindre, on en pourrait inférer que l'organisme de la mère a subi une modification sous l'influence des relations sexuelles ou des grossesses successives qui l'a amené à différer de moins en moins de l'organisme paternel; il serait dès lors intelligible que les enfants que cette femme ainsi modifiée concevrait ultérieurement d'un autre homme présentassent des traits de ressemblance soit avec leurs frères aînés, soit avec le père de ceux-ci. Sans donner des faits aucune explication physiologique précise, on pourrait donc affirmer qu'une influence télégonique existe, si la taille des cadets d'une famille est plus voisine de celle du père et plus éloignée de celle de la mère que ne l'était la taille des aînés, puisque dans le premier cas les deux générateurs seraient moins dissemblables que dans le second. M. Pearson a fait porter ses recherches sur 1.000 familles qui lui ont fourni 350 couples de frère aîné et frère cadet et 450 couples de sœur aînée et sœur cadette dont il a pu comparer les tailles entre elles et avec celles des parents. Les comparaisons qu'il a établies entre ces données numériques l'ont amené à affirmer qu'en ce qui concerne la taille, il n'existe aucune preuve que dans l'espèce humaine le mâle exerce sur la femelle une influence télégonique constante. D'une manière générale, la stature des fils aînés est plus voisine que celle des fils cadets de la stature des pères, mais d'autre part, étant d'ordinaire moins élevée que celle de leurs frères plus jeunes, elle s'éloigne moins de la stature des mères et si la taille des filles cadettes se rapproche davantage de celle des pères que la taille de leurs sœurs aînées, on peut expliquer ce fait comme le précédent par un changement périodique ou séculaire de la taille ou comme le résultat de conditions différentes d'éducation physique qui tendent à l'élever. Si l'on n'avait examiné que les relations de la taille des filles à celles des parents, on aurait donc pu être conduit à affirmer l'existence d'une influence télégonique dont nulle preuve ne vient ici établir la réalité. M. Pearson en arrive en outre à la conclusion qu'il est improbable que les coefficients de corrélation qui mesurent la force de l'hérédité entre parents et enfants

soient constants dans une même race pour toutes les classes et il est amené à penser que, si l'influence de la mère semble décroître à mesure que s'accroît le nombre de ses enfants, l'influence du père restant constante, cela tient à ce qu'il existe chez la femelle, entre la transmission héréditaire de ses qualités et sa fécondité, une relation que l'on peut formuler ainsi : l'influence héréditaire varie en raison inverse de la fécondité.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 27 Mars 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. H.-G. van de Sande Bakhuyzen : In memoriam de Ch. M. Schols, membre de l'Académie, professeur de Géodésie à l'Ecole Polytechnique de Delft. — M. J.-A.-C. Oudemans présente la cinquième partie de son travail : Die Triangulation von Java, u. s. w. — M. N.-T. Michaëlis présente la deuxième partie de son « Spoorwegbruggen over de hoofdrivieren » (Ponts de chemin de fer sur les rivières capitales).

2° Sciences physiques. — Au nom de M. J.-W. Giltay, M. H. Haga fait la communication suivante : En 1883, j'ai démontré (*Arch. Néerl.*, t. 19 et 20) qu'un condensateur sans batterie de charge, ainsi qu'un téléphone sans aimant permanent, rend les octaves des sons chantés dans le microphone, de manière que les voyelles subissent des altérations graves. J'ai répété ces expériences avec un microphone du genre Hunnings qui donne des courants téléphoniques beaucoup plus forts, ce qui m'a fait trouver quelques phénomènes nouveaux. Un condensateur (n° 1), dont la matière isolante consiste en papier à lettres, donnait exactement les phénomènes que j'ai décrits dans l'article cité, en se servant de charges téléphoniques bien fortes. Mais un condensateur (n° 2) à papier paraffiné comme matière isolante, quoique rendant le son d'une petite flûte (le *la* d'orchestre) à l'octave supérieure, parla intelligiblement sans batterie auxiliaire. A vrai dire, le son n'était pas agréable et beaucoup moins intelligible que lorsqu'on faisait usage de la batterie de charge, mais avec beaucoup d'attention on pouvait suivre tout ce qui se disait à l'autre station. Cela s'explique probablement par la pénétration des charges dans la matière isolante, qui peut causer dans le condensateur, après le nivellement du potentiel dans l'inducteur, une augmentation ou une diminution de charge. Dans ce cas, ce résidu remplira le rôle de la charge permanente donnée par une batterie auxiliaire. Quand deux charges successives sont de même grandeur et de signe contraire et que le temps qui les sépare reste constant — cas d'un son d'intensité et de hauteur constantes, — la charge pénétrée dans l'isolant ne pourra pas polariser le condensateur, parce que chaque nouvelle charge renverse le signe de la charge résiduelle de son prédécesseur. Il s'ensuit que le n° 2 rendra le son de la flûte d'orchestre à l'octave supérieure aussi bien que le fait le n° 1. La voyelle *o*, prononcée avec une intensité constante, est reproduite comme *a* par le n° 2. Sans pile de charge, *Obrocodobro* est rendu comme *Abrocodobro* : au moment de l'arrivée des charges de la première voyelle, le condensateur n'est pas encore polarisé; à celui de l'arrivée des charges du second *o*, il a été polarisé par les charges des consonnes *b* et *r*. Un condensateur (n° 4) à une feuille de mica comme isolant, donne un tout autre résultat. Il ne se produit de pénétration des charges téléphoniques dans le mica. Sans batterie, le n° 4 parle inintelligiblement, mais, en revanche, ce condensateur montre, à un haut degré, la pénétration de la charge de la batterie dans le mica. En pressant pendant un moment le bouton qui fait entrer la batterie dans le circuit, on fait parler le condensateur n° 4 d'une manière parfaitement articulée. En lâchant le bouton, après 30″ l'influence polarisatrice de la batterie a disparu et le son est redevenu inintelligible. Eu égard à la lenteur avec laquelle la charge se meut dans le mica (elle a besoin de 30″ pour le quitter), on s'explique que les charges téléphoniques ne sauraient polariser le condensateur, leur existence éphémère étant d'une durée beaucoup trop courte pour effectuer une pénétration de quelque importance dans le mica. Le n° 4 montre encore un autre phénomène. En pressant le bouton indiqué plus haut, non pas momentanément, mais durant 2 à 3 minutes, on entend distinctement le son devenir de plus en plus confus. Après 2 minutes, le n° 4 est tout à fait inintelligible, exactement comme s'il n'y avait pas de batterie dans le circuit. En relâchant le bouton, immédiatement le son redevient très distinct, pour quelques moments seulement. Une expérience avec la flûte d'orchestre donna les mêmes résultats. En laissant la batterie dans le circuit pendant quelques minutes, le son acquiert un caractère de plus en plus aigu; en supprimant la batterie, le son s'abaisse immédiatement d'une octave pour revenir à sa hauteur primitive dans quelques minutes. On peut s'imaginer que la charge pénétrée dans l'isolant cherche la surface de la feuille de mica, dès que la batterie est supprimée, et qu'alors cette charge polarise encore le condensateur pendant quelques moments. Mais il reste inexpliqué que la pénétration de la charge fait diminuer l'influence de la batterie et finit par en détruire totalement l'effet. Quand on veut démontrer par la voie téléphonique la théorie des voyelles donnée par Helmholtz, et qu'on désire être indépendant de la nature de la matière isolante, on peut se servir d'un petit appareil bien simple qu'on peut nommer téléphone électrodynamique. Cet appareil se compose d'une bobine en bois, sur laquelle est enroulé un fil de cuivre isolé, et qui est munie d'un manche. L'une des extrémités qui se porte à l'oreille est formée d'une lame mince de mica. En faisant circuler dans cette bobine un courant téléphonique, celle-ci montre tous les phénomènes que donne le condensateur n° 1, sans pile auxiliaire : elle élève d'une octave la hauteur de tous les sons et parle donc inintelligiblement; mais si l'on y fait circuler en même temps un courant voltaïque, il rétablit immédiatement l'articulation parfaite. — M. J.-D. van der Waals présente un travail de M. Z.-P. Bouman intitulé : *Emission et absorption du verre et du quartz, à des températures diverses.* Dans ses recherches, l'auteur s'est servi du radiomicromètre de M. C. Vernon Boys, après y avoir apporté quelques changements de forme, conduisant à un plus haut degré de sensibilité. Les vibrations avaient une durée de 3″ 1/2. L'échauffement des petites lames de verre ou de quartz (de 1 millimètre d'épaisseur) se faisait à l'aide du courant électrique; on introduisait la lame dans un cylindre de cuivre, qui s'échauffait à l'aide d'un courant de ± 10 ampères. Le maximum de l'émission du quartz se trouve près de 4,9 μ; il éprouve un déplacement à peu près inversement proportionnel à T°. A partir des petits λ, la courbe monte rapidement, pour descendre lentement vers le côté des grands λ. Dans la partie qui monte, on rencontre deux petites vallées qui se présentent également dans la courbe de l'absorption et dont la position ne dépend pas de la température. L'absorption de la lame de quartz croît d'une manière régulière avec la température. Le maximum de l'émission du verre se trouve près de 4,6 μ; la partie montante présente un aplatissement assez large, que l'on rencontre aussi dans la courbe de l'absorption. L'absorption du verre décroît, si la température s'élève jusqu'à 375°, pour recroître, si la température monte davantage; la température de 500° détruit la lame. Le quotient $\frac{\text{émission}}{\text{absorption}}$ conduit encore à une courbe à maximum dans le cas du verre; cependant, ce maximum occupe une autre position. Pour une même température, il correspond au maximum du rayonnement de l'oxyde de cuivre; son déplacement est inversement proportionnel à T. Pour le quartz, la petitesse des nombres obtenus ne permettait pas de constater avec certitude les résultats analogues.

3° Sciences naturelles. — M. C.-K. Hoffmann présente

une communication de M. A.-G.-H. van Genderen Stort intitulée : Sur les téléneurones dans la rétine de *Leuciscus rutilus*. L'auteur est le premier qui observa, en 1884, une migration de l'ellipsoïde des cônes qui, dans l'obscurité, s'éloignent de la membrane limitante; il a, dans ces derniers mois, obtenu un durcissement et une coloration parfaits. Les expériences ont été faites sur des yeux de poissons téléostéens physostomes et principalement sur le *Leuciscus rutilus*. Les poissons étaient maintenus pendant quatre heures ou plus dans l'obscurité absolue ou pendant une heure ou plus à la lumière ordinaire du jour. Une telle rétine-obscurité se prête le mieux pour l'examination des cônes et des bâtonnets; ces derniers, qui sont très minces, sont beaucoup plus nombreux que les cônes dont le nombre diffère partout dans la rétine. Le noyau du cône est arrondi et situé sur la membrane limitante externe; il ne se trouve pas dans la couche des grains externes, qui ne renferme que les noyaux des bâtonnets. Entouré du protoplasme contractile du cône, ce noyau reste invariable et ne se colore pas facilement, ce qui, au contraire, est bien le cas avec le noyau des bâtonnets. Ce protoplasma contractile, allongé dans l'obscurité et

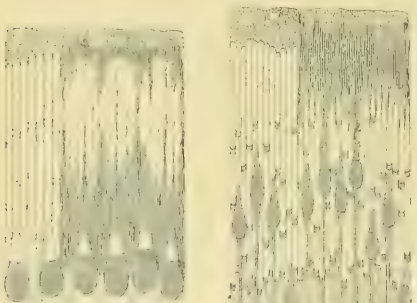


Fig. 1. — *Téleneurones de la rétine du Leuciscus rutilus.*

rétréci à la lumière, réunit la cellule du cône à l'ellipsoïde de forme ovoïde, à laquelle se joint le segment externe. A ce côté de la membrane limitante externe, vers le centre de l'œil, on voit sortir de la cellule, à travers la couche des grains externes, un pédoncule mince, mais pourtant fort, se terminant avec pied élargi sur la couche basale ou granuleuse externe. Les cellules des bâtonnets se trouvent dans la couche des grains externes et ont l'air de petites bobines à grands noyaux qui se colorient facilement. De la bobine, une fibre monte à travers la membrane limitante externe pour s'attacher à un bâtonnet court et mince qui contient à la place de l'attachement un corps lenticulaire. La longueur de cette fibre dépend de la place du bâtonnet dans la couche des cellules visuelles. En bas, vers le centre de l'œil, une fibre plus ou moins longue sort de la bobine ; elle se termine en bouton, comme l'a démontré M. Ramon y Cajal. — M. R.-D.-M. Verbeek: *Sur la géologie de Bangka et de Biliton.* Les deux îles se composent des mêmes formations. On y trouve une formation sédimentaire, d'âge paléozoïque probablement, composée de grès, de quartzites, de schistes argileux et siliceux et de quelques autres roches, atteignant une épaisseur extraordinaire; des granites, qui ont fait éruption à travers ces couches, les ont modifiées aux lieux de contact et se présentent aussi en forme de filons. Ces roches sont couvertes jusqu'à une hauteur de 30 à 40 mètres au-dessus du niveau de la mer par des couches horizontales de sable et d'argile, pour la plupart d'âge quaternaire, les couches inférieures des vallées (qui contiennent le minerai d'étain) faisant partie probablement de la formation pliocène. Aux embouchures des rivières et à la côte de la mer on trouve, comme formations alluviales récentes, des dépôts d'argile, de sable et du calcaire corallien, d'une élévation extrêmement faible par rapport à la marée haute. Les granites contiennent une quantité extrêmement petite d'oxyde d'étain, ce qui prouve que les parties plus profondes de la terre d'où ces granites en fusion ont pris naissance, renfermaient des composés d'étain. Une partie insignifiante de l'étain est cristallisée dans le granite comme cassitérite, mais la plupart s'est liée chimiquement en substituant l'acide silicique. La formation du minerai d'étain est de date plus récente; le minerai se présente sous forme de filons, combiné avec du quartz et des minerais de fer en filons très minces sur les faces de stratification des couches, et en même temps dans les filons du granite, imprégné dans le granite et les grès et alors toujours avec du quartz et des minerais de fer. Divers gisements semblent montrer que le minerai d'étain s'est précipité après la solidification du granite. Les filons de cassitérite sont de dimensions insignifiantes. Cependant, la partie supérieure de ces filons, disparue par décomposition et érosion, doit avoir été plus épaisse et plus riche en minerai. Car on a trouvé dans le sable des gros blocs de minerai cristallin, jusqu'à 1.000 kilogrammes, et des cristaux du quartz jusqu'au tiers d'un mètre. Parmi ces gros blocs se montrent des morceaux de filons nets, à surfaces planes et parfois de structure systématique; ils ne laissent aucun doute sur l'existence antérieure de filons plus épais. Probablement ces gros morceaux de minerai et ces cristaux de quartz se sont formés par une vaporisation continuée de fluides à la surface. La plupart des couches étant très inclinées (de 70° à 90°) les faces de stratification participent de cette inclinaison; ainsi les fluides et les gaz, qui montaient le long de ces faces, avaient l'occasion de déposer leurs constituants métalliques près de la surface les fluides à l'aide de vaporisation, les gaz (chlorure d'étain) par une décomposition avec de la vapeur d'eau. Il semble que le fluor n'ait pas joué un rôle important sur Bangka et Biliton. Car les minerais de fluor, comme la topaze et la tourmaline, sont relativement plus rares. Même le spath-fluor fait totalement défaut. Les filons et les imprégnations en question ont fourni le minerai d'étain qu'on trouve encore dans la croûte décomposée des roches mêmes, sur le sol des vallées, dans les lits des rivières quaternaires. Dans le premier cas le minerai n'a pas été transporté; il fut mis sur le sol des vallées par un transport d'eau bien lent, les couches quaternaires ne contenant pas de gros cailloux roulés. Le dépôt de minerai des vallées repose immédiatement sur le granite ou sur les couches sédimentaires et est couvert de couches alternantes de sable et d'argile ordinairement minces, qui atteignent une épaisseur de 16 mètres à Bangka et de 11 mètres à Biliton. Après l'éloignement des couches supérieures, la couche de minerai est fouillée ; son épaisseur ordinaire est de $0^m,30$ à $0^m,50$, rarement de 1 mètre. Pour la plupart elle se compose de particules de quartz et de grains de minerai d'étain. Le lavage en éloigne le quartz. Ensuite le minerai est fondu avec du charbon de bois, ce qui donne un étain très pur. Seulement il contient encore du fer, qui se présente dans tous les minerais d'étain, soit sous forme de très petits cristaux de magnétite, soit comme l'oxyde de fer dans les cristaux mêmes. Il n'y a que les espèces de couleur très claire qui ne contiennent pas d'oxyde de fer. — Ensuite M. Verbeek s'occupe des boules vitreuses de Biliton. P.-H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LE VOYAGE D'ÉTUDE DE LA *REVUE*

AUX CAPITALES DE LA BALTIQUE ET EN RUSSIE

Sur l'avis de son *Comité de patronage et d'études*, la *Revue* a résolu de ne pas attendre l'automne pour organiser un premier voyage. Mais une croisière au mois d'août ne saurait se diriger vers les pays d'Orient, trop brûlés de soleil en cette saison de plein été. Aussi la *Revue* se propose-t-elle de conduire cette première excursion dans la mer Baltique, où la température est à ce moment agréable, la mer généralement calme et les jours encore longs.

Les grandes lignes de l'itinéraire sont dès maintenant arrêtées. Le départ aura lieu du Havre, dans les premiers jours du mois d'août. La première escale sera Amsterdam : une visite à son musée est une utile préparation à l'étude des collections de l'Ermitage, à Saint-Pétersbourg, où dominent précisément les œuvres des maîtres hollandais et flamands. Tout à côté, Zaandam, où subsiste encore la fameuse cabane de Pierre le Grand, pourra être, pour les amateurs de réminiscences historiques, le but d'une promenade facile.

D'Amsterdam, le paquebot se dirigera sur Copenhague, en contournant le Danemark. De là il fera route vers le golfe de Finlande, pour s'arrêter à Revel, un des plus grands ports de commerce de la Russie en même temps qu'une de ses plus anciennes cités.

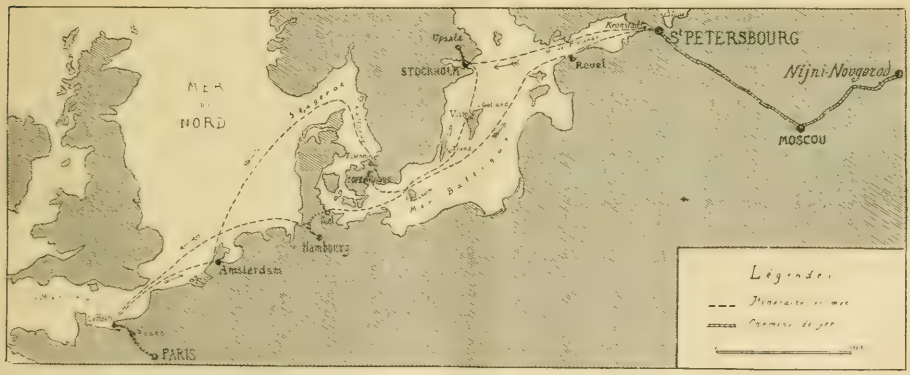


Fig. 1. — *Itinéraire du Voyage d'Étude de la* Revue *aux Capitales de la Baltique et en Russie.*
(Cette carte, tout à fait schématique, a pour seul but de montrer les principaux points que l'on visitera.)

De Revel, en une nuit, le bateau gagnera Saint-Pétersbourg, en passant devant Cronstadt.

Une excursion par chemin de fer dans l'intérieur de la Russie sera organisée de Saint-Pétersbourg. Elle aura pour objectif Moscou et Nijni-Novgorod, dont la foire célèbre s'ouvre le 27 juillet et dure jusqu'à la mi-septembre.

Revenant à Saint-Pétersbourg pour y retrouver leur bateau, les voyageurs seront transportés à Stockholm. Dans cette ville a lieu cet été, à l'occasion du jubilé du roi Oscar, une Exposition universelle, installée dans le grand parc, le *Djurgården*. Les grandes industries du Nord y sont représentées, et dans un immense pavillon en bois, couvrant 17.000 mètres carrés de terrain, seront exposés côte à côte les produits de la Suède, de la Norvège, du Danemark et de la Russie.

Une aile particulière est réservée à la section de Culture.

Sur le rivage, la Norvège a installé une section de Pêcherie, et tout auprès la Suède a reconstruit un « Vieux Stockholm », avec son château et ses murs.

Enfin dans la section des Beaux-Arts où sont réunies des œuvres de tous les artistes européens, il sera tout particulièrement intéressant pour nous d'étudier toute une série de toiles d'artistes du Nord, suédois, norvégiens, danois et finlandais.

De Stockholm une excursion serait faite à l'Université d'Upsal, dont la bibliothèque et les collections scientifiques sont bien connues du monde savant.

Au retour, une escale d'une journée permettra de visiter la vieille et pittoresque ville de Visby, dans l'île de Gotland. Enfin un autre arrêt aura lieu à Hambourg, avant de regagner le Havre.

Le voyage, organisé avec le concours de la Compagnie Générale Transatlantique, durera environ vingt-six jours. Vivant à bord comme les propriétaires ou les invités d'un yacht, les passagers y pourront passer toutes les nuits, y prendre tous leurs repas, même pendant les escales, excepté, cela va sans dire, pendant la durée de l'excursion à Moscou et Nijni-Novgorod.

Fidèle à son programme, la *Revue* n'entend pas seulement faciliter le voyage à ceux qui voudront y prendre part. Elle a voulu leur assurer le concours de guides intellectuels d'une autorité incontestée; par leurs conférences à bord, par leurs causeries sur les lieux mêmes, ceux-ci les prépareront à rapporter, de cette croisière dans le Nord, de sérieuses connaissances.

M. Louis Leger, professeur au Collège de France, dont personne n'ignore la haute compétence en tout ce qui touche l'histoire et la littérature des peuples slaves, et M. Henri de Varigny, attaché au Muséum, un de nos plus distingués naturalistes, ont bien voulu accéder à la demande de la *Revue* et accepter cette mission. Qu'il nous soit permis de les en remercier ici et de leur dire que leur bienveillant concours est pour nous le plus précieux des encouragements.

La Direction.

N. B. — Les personnes qui désireraient avoir des renseignements plus complets, dates, prix, etc., et s'inscrire pour le voyage, sont priées de s'adresser à M. Amphoux, à la direction de la *Revue*, 34, rue de Provence, à Paris. Chargé spécialement de veiller à l'organisation de ces voyages, M. Amphoux s'empressera de répondre à leurs demandes.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

A. Des Cloizeaux. — Le mois dernier, s'est éteint à Paris, après une longue et douloureuse maladie, un des savants qui, dans ce siècle, a occupé l'une des places prépondérantes dans la science minéralogique.

Né à Beauvais, le 17 octobre 1817, Des Cloizeaux rencontra à la fin de ses études classiques le cristallographe Lévy qui décida de sa carrière : ce fut sous son influence qu'il entreprit ses premiers travaux dès sa sortie de l'École des Mines. Ils furent consacrés à l'étude cristallographique d'un très grand nombre de minéraux et se firent immédiatement remarquer par leurs qualités de méthode, leur degré de précision, leur ingéniosité d'aperçus, qui sont au plus haut point développés dans son célèbre mémoire sur la cristallisation du quartz, resté un modèle du genre.

Ces œuvres de Cristallographie géométrique qui, à elles seules, suffiraient à établir une solide réputation, ne constituent pas cependant l'œuvre principale de Des Cloizeaux. C'est dans l'étude des propriétés optiques des minéraux qu'il devait se tailler une puissante originalité. Il y a quarante ans, leur importance était à peine soupçonnée : élevé à l'école de Senarmont, Des Cloizeaux sut voir nettement le parti que l'on pourrait en tirer et, dans un rêve enthousiaste de jeunesse, il se proposa de déterminer les propriétés optiques de toutes les substances cristallisées transparentes. Il se mit résolument à l'œuvre, s'attaquant aussi bien aux sels de la chimie qu'aux minéraux. Longtemps seul sur la brèche, sans dévier un seul jour de la ligne qu'il s'était tracée, il mena à bien cette œuvre colossale, dotant ainsi la Minéralogie d'une branche nouvelle et féconde, dans laquelle se presse aujourd'hui la foule de ses continuateurs. Ce sont les résultats de ses recherches qui ont rendu possible l'étude rationnelle des roches à l'aide des propriétés optiques des minéraux qui les constituent. On peut donc dire que si Des Cloizeaux n'a pas été pétrographe lui-même, il n'en est pas moins l'un des pères de la Pétrographie moderne.

Parmi ses innombrables observations, abondent des découvertes de premier ordre : il trouva la polarisation rotatoire dans le cinabre et aussi dans le sulfate de strychnine, qui fut alors le premier corps connu déviant le plan de polarisation aussi bien en cristaux qu'en solution; il montra l'existence d'amphiboles et de pyroxènes rhombiques, apporta les premières notions précises sur les propriétés optiques des feldspaths tricliniques, dont il découvrit un nouveau type, le microcline. Il montra aussi l'importance des caractères tirés de la dispersion pour la distinction des minéraux biaxes; enfin il publia un remarquable ouvrage sur les variations que l'écartement des axes optiques d'un grand nombre de corps cristallisés subit sous l'influence de la chaleur, ouvrage qui eut pour point de départ ses mémorables expériences sur le feldspath orthose.

Il fallut à Des Cloizeaux une persistance dans les desseins, une ténacité remarquables pour arriver au résultat cherché ; il travailla en effet toujours avec des ressources matérielles insuffisantes, ne dut jamais compter que sur lui-même. Il lui fallut imaginer ses méthodes de travail, ses instruments et mener de front les observations au microscope et au goniomètre avec les opérations manuelles au tour de l'opticien.

Tous ces travaux ont fait l'objet de très nombreux mémoires, mais l'œuvre de prédilection de Des Cloizeaux était ce *Manuel de Minéralogie*, malheureusement inachevé, qui n'a pas tardé à devenir le livre de chevet des minéralogistes du monde entier. Il y a réuni avec ses qualités maîtresses de précision, sa conscience toujours en éveil, sa loyauté scientifique impeccable, les constantes cristallographiques, optiques et chimiques de tous les minéraux connus, les indications sur leur

gisement, y ajoutant à chaque page une somme prodigieuse d'observations personnelles.

Des Cloizeaux était un minéralogiste complet : aucun recoin de sa science ne lui était étranger. Il rejetait la conception d'une minéralogie étroitement limitée à des recherches de cabinet : à ses yeux, l'histoire physique et chimique des minéraux était intimement liée à celle de leur histoire naturelle. Aussi, était-il devenu un voyageur intrépide : tous les grands gisements minéraux d'Europe lui étaient connus de l'Islande à l'Oural, et ses longues pérégrinations, ses nombreuses études sur le terrain n'avaient pas peu contribué à faire de lui une autorité incontestée pour tout ce qui touche à la science minéralogique.

Des Cloizeaux avait successivement rempli diverses fonctions dans l'enseignement : répétiteur à l'Ecole Centrale en 1843, maître de conférences à l'Ecole Normale en 1857, il avait suppléé Delafosse à la Sorbonne de 1873 à 1876 et l'avait remplacé au Muséum, en 1876. Mais, ses goûts l'entraînaient beaucoup plus vers les recherches solitaires que vers l'enseignement dans l'amphithéâtre. C'est dans son cabinet qu'il était vraiment lui-même, véritable bénédictin d'une puissance de travail extraordinaire, ardent à l'œuvre, ne prenant jamais que le repos imposé par la maladie, toujours à l'affût de quelque nouvelle recherche à entreprendre. Aussi, bien que sa réputation fût universelle et incontestée partout où il existe un minéralogiste, était-il peu connu du grand public, auprès duquel il négligeait de faire valoir ses travaux.

Les honneurs étaient venus le trouver dans sa retraite ; élu à l'Académie des Sciences en 1869, il en devint le président en 1889. La Société Royale de Londres, la plupart des grandes Académies et Sociétés scientifiques étrangères le comptaient au nombre de leurs membres ; il avait, en 1889, reçu la rosette d'officier de la Légion d'honneur.

Des Cloizeaux laisse, avec une œuvre considérable, le grand et fortifiant exemple d'une vie exclusivement remplie par le culte désintéressé et passionné de la science.

A. Lacroix,
Professeur de Minéralogie au Muséum.

§ 2. — Physique

Recherches nouvelles sur les aciers au nickel. — Les singulières propriétés des aciers au nickel, étudiées pour la première fois par M. John Hopkinson, attirent depuis quelques années l'attention des savants et des métallurgistes. Aucune des anomalies de ces alliages n'était aussi inattendue que celles que notre collaborateur, M. Ch.-Ed. Guillaume, vient d'indiquer dans deux notes présentées à l'Académie des Sciences. Il y a plus de deux ans, M. J.-R. Benoît, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, avait trouvé qu'un certain alliage non magnétique de fer et de nickel possédait un coefficient de dilatation voisin de celui des laitons.

Un an plus tard, M. Guillaume ayant entrepris l'étude d'un barreau d'acier au nickel contenant 30 °/o environ de ce dernier métal, trouva cette fois un coefficient de dilatation inférieur d'un tiers à celui du platine. Avec la collaboration de la Société de Commentry-Fourchambault, M. Guillaume est parvenu à caractériser parfaitement l'anomalie présentée par les aciers au nickel et dont voici les particularités essentielles :

Jusqu'à 20 °/o de nickel environ, les nouveaux aciers ne présentent aucune différence importante par rapport à ce que la loi des mélanges permettait de prévoir. Mais, dès qu'on dépasse la teneur de 20 °/o, le coefficient de dilatation augmente rapidement, et atteint, vers 24 °/o, un maximum pour lequel la dilatation est sensiblement égale à celle des laitons [1]. La dilatation diminue ensuite, repasse vers 29 °/o par la valeur normale, diminue encore et atteint vers 36 °/o de nickel un minimum au delà duquel elle remonte pour atteindre, vers 50 °/o sa valeur normale. A l'endroit du minimum, *la dilatation n'est que le dixième de celle du platine.*

On possédera donc désormais une série d'alliages assez semblables à l'acier, mais beaucoup moins oxydables, dont le coefficient de dilatation varie d'une manière continue en fonction de la teneur, et atteint des valeurs dix fois plus faibles que celles qui étaient connues jusqu'ici pour les métaux et alliages ; c'est là une découverte importante, tant au point de vue de la constitution des alliages qu'à celui de la construction des instruments. Pour ces derniers, on pourra, par l'emploi du nouvel alliage, réduire au vingtième les erreurs provenant des dilatations par rapport à ce qu'elles sont dans les instruments en laiton. Il est encore une particularité des nouveaux alliages qui les rendra très précieux dans la construction des systèmes compensés. Le coefficient du terme du second degré dans la formule de dilatation varie d'une manière continue avec la teneur, et devient négatif vers 37 °/o de nickel, c'est-à-dire très peu après le minimum absolu de la dilatation. Il en résulte ce fait curieux qu'en choisissant convenablement les alliages, il sera toujours possible d'en trouver deux pour lesquels le rapport des deux termes de la formule de dilatation soit le même, de telle sorte qu'ils forment entre eux un système compensé pour un large intervalle de température. On pourra réaliser ainsi un grand progrès sur les compensations incomplètes auxquelles on était limité jusqu'ici par la nature même des métaux dont on disposait.

Cette curieuse anomalie de dilatation n'est pas isolée ; elle est accompagnée d'une anomalie d'élasticité caractérisée par le fait que le module passe par un maximum et un minimum pour les teneurs mêmes qui donnent le maximum et le minimum de la dilatation. La densité présente une marche moins régulière ; cependant, on y retrouve la trace des variations des autres propriétés. Si, en effet, on rapporte les densités vraies à ce qu'elles devraient être d'après la règle des mélanges, on trouve un excès correspondant à l'excès de dilatation ou d'élasticité et un défaut dans la région où les deux autres propriétés sont elles-mêmes en défaut.

M. Guillaume a étudié aussi les variations qu'éprouvent les nouveaux alliages avec le temps ou sous l'action du recuit, et a retrouvé, pour ces changements temporaires ou permanents, des lois en tous points analogues à celles auxquelles obéissent les déplacements du zéro des thermomètres. D'ailleurs, ces mouvements sont de peu d'amplitude pour les alliages les moins dilatables, et ne semblent pas devoir être un obstacle à leur emploi, sauf peut-être pour les étalons de premier ordre.

G. Charpy,
Docteur ès sciences.

L'Exposition de la Société française de Physique. — Les vendredi 23 et samedi 24 avril a eu lieu l'Exposition de la Société française de Physique, reportée à la fin de la semaine de Pâques pour faciliter l'emploi du temps de leurs congés aux nombreux professeurs de province qu'elle attire annuellement. Le jeudi, la *Compagnie générale des lampes à incandescence* avait admis les membres de la Société à parcourir son usine d'Ivry ; les visiteurs ont remarqué le nourrissage du filament qui s'effectue au moyen d'un gaz d'éclairage, l'essai de substitution du nickel au fer comme support du filament, le photomitrage, qui est parfaitement soigné ; la Compagnie exposait une lampe de 500 bougies.

L'éclairage de l'Exposition avait été confié, pour l'intérieur, à la maison Cance et, pour l'entrée, à la Compagnie d'éclairage Denayrouze, qui présentait des brûleurs à incandescence donnant par manchon, maintenu à l'air libre, de 150 à 200 bougies, avec une dépense de 13 à 15 litres par carcel-heure.

[1] M. André Le Chatelier a même trouvé pour un acier-nickel non magnétique une dilatation voisine de celle de l'aluminium.

Un grand nombre des appareils exposés avaient déjà été présentés dans le courant de l'année précédente aux séances de la Société; nous ne reviendrons pas sur leur description et nous ne signalerons que ce qui figurait pour la première fois à l'Exposition.

L'électricité occupait, comme toujours, une place très importante; nous avons remarqué la lampe Bardon, à point lumineux fixe, sans mécanisme, le réducteur de charge de la Compagnie française d'appareillage électrique (anciens établissements Grivolas, Sage et Grillet), qui évite la mise en court-circuit au moment du passage d'un accumulateur à l'autre. M. Cadiot présentait sa dynamo *Bébé* et plusieurs appareils de chauffage électrique; les accumulateurs étaient représentés par un modèle du type Blot, construit spécialement pour la traction et étudié par M. Picou, et par le type Boese, exposé par M. Dinin, qui est très employé dans l'allumage des moteurs automobiles; pour le même usage, M. Girard a construit une dynamo qui peut donner de 5 millimètres à 6 centimètres d'étincelle.

Les rayons X, qui ont fait d'immenses progrès depuis un an, nous permettent de voir, sur les écrans de MM. Ducretet et Chabaud, la cage thoracique et les battements du cœur; ce dernier constructeur présente un tube dans lequel une lame supplémentaire permet, par dégagement d'hydrogène, la régénération indéfinie. M. Contremoulins construit un petit appareil qui permet, après l'obtention de deux radiographies, de diriger en toute sûreté l'instrument du chirurgien vers l'objet à extraire; MM. Marie et Ribaut montraient des vues stéréoscopiques de l'intérieur des membres. M. Gouy a apporté les clichés originaux qui ont servi à démontrer que l'indice de réfraction de divers corps pour les rayons X ne diffère pas de l'unité de plus de 10^{-6} et que la période du mouvement vibratoire, s'il en existe un, est certainement 100 fois plus courte que celle des vibrations lumineuses.

Les appareils de mesure étaient intéressants : MM. Jigouro et Pellin ont exécuté l'oscillographe double à vision directe pour l'étude des courants alternatifs de M. Blondel, qui donne les courbes d'intensité et de force électromotrice. L'oscillographe à induction de M. Abraham, construit par M. Carpentier, nous a montré les courbes du courant du secteur, envoyé directement ou bien par l'intermédiaire d'un arc ou d'une bobine de réaction. M. Gaiffe avait envoyé un nouveau modèle du milliampèremètre à courants alternatifs de M. d'Arsonval et M. Jacquemin, un électrodynamomètre proportionnel, dont la construction un peu compliquée est fort bien réussie. MM. Pérot et Fabry avaient envoyé leur électromètre absolu à plateaux, dans lequel l'épaisseur de la lame d'air, qui est de l'ordre de $0^{mm},1$, est déduite de l'observation de franges d'interférence et qui permet de mesurer le volt à $\frac{1}{1.000}$ près.

L'Optique était brillamment représentée par le goniomètre de précision, que M. Gautier a construit sur les indications de M. Carvallo. L'appareil permet de lire la seconde, les lunettes sont remplacées par des miroirs travaillés par M. Jobin; on évite la déformation du limbe gradué en fixant l'alidade sur un second cercle concentrique. Citons aussi la lampe à cadmium de M. Maurice Hamy, appareil de construction simple et de longue durée, qui facilitera beaucoup l'étude des interférences à grande différence de marche par la méthode de M. Michelson, et le photomètre universel de MM. Broca et Blondel. La maison Krauss et Cie exposait des types intéressants de stéréo-jumelle et de stéréo-longue-vue.

L'acétylène, trop oublié peut-être après un engouement passager, était représenté surtout par la lampe de M. Gossart, dans laquelle la chute de l'eau sur le carbure de calcium est réglée par un tube capillaire; dans le bec du type Manchester, la flamme, produite par l'écrasement mutuel de deux jets rectangulaires, est assez éloignée des orifices pour qu'aucun échauffement des tubes ne se produise. Nous notons encore, dans diverses parties de l'exposition, le moteur à pétrole Loyal, à allumage automatique, sans circulation d'eau; le dynamomètre inscripteur des cycles de flexion et la modification de l'appareil de lord Kelvin pour la mesure de l'allongement des fils qui ont figuré dans les leçons sur l'élasticité professées au Collège de France, par M. Brillouin; l'ingénieux ergomètre de MM. Broca et Richet, destiné à mesurer le travail total d'un muscle dans une suite de contractions; les photographies de M. Marage, qui a étudié les cornets acoustiques par les flammes de Kœnig; le pendule compensé de M. Guillaume, en acier au nickel de la Société de Commentry-Fourchambault; les appareils à prise d'air dans la haute atmosphère de MM. Hermite et Besançon; divers appareils de M. Jules Richard : un anémomètre avec déclenchement simultané du compteur de secondes et du compteur de tours et un thermomètre enregistreur enfermé dans une *bombe* qui peut supporter la pression et la température des étuves de désinfection; M. de Watteville nous présentait de très beaux cristaux transparents qu'il a obtenus en leur communiquant un mouvement de rotation pendant leur accroissement; M. Ch. Verdin exposait les appareils phonétiques de M. l'abbé Rousselot, dont un enregistreur du mouvement des lèvres, construit pour le laboratoire de phonétique expérimentale récemment adjoint à la chaire de grammaire comparée du Collège de France.

M. l'abbé Le Dantec, que nos lecteurs connaissent déjà, exposait une série d'appareils de démonstration souvent très ingénieux; malheureusement le fonctionnement de ces appareils était destiné à appuyer des opinions qui n'ont pas semblé être accueillies avec beaucoup de faveur; les thèses principales que M. Le Dantec a développées dans une conférence spéciale sont les suivantes : « Toute onde progressive est alternativement longitudinale et transversale; toute onde transversale ne peut pas être progressive, elle est nécessairement stationnaire. »

C. Raveau,
Préparateur à la Sorbonne.

§ 3. — Industrie

Comité de Consultations industrielles. — Nous rappelons à nos lecteurs que les demandes de renseignements d'ordre technique doivent être adressées au Directeur de la *Revue*, 34, rue de Provence, à Paris, avec la suscription : *Comité de Consultations industrielles.*

L'oubli de cette mention entraîne inévitablement des retards dans le dépouillement de notre correspondance, partant dans nos réponses.

§ 4. — Chimie

L'argentaurum. — Nous connaissons aussi peu que possible la structure interne de ce que nous appelons les atomes ou les molécules des corps simples. Aussi nul ne peut affirmer qu'il soit un jour impossible d'abaisser un instant les atomes d'argent à l'état de fragments afin de les élever ensuite à la dignité de lingots d'or.

On n'est pas davantage autorisé à dire avec certitude que le soleil brillera l'an prochain.

Quoi qu'on suppose des préjugés des savants officiels, leur esprit est parfaitement prêt à recevoir avec joie la révélation d'une « transmutation des métaux » sérieusement démontrée.

La *démonstration* est, pour le savant de nos jours, plus magique que la pierre philosophale — elle est la plus magique des choses, — aucun obstiné n'y résiste. Si le Dr Emmens avait converti une notable quantité d'argent en or, ce que je ne crois pas, faute de preuves, il aurait pour quelque temps jeté le trouble dans la représentation de la richesse.

Le capital, ce travail potentiel, recevrait un autre signe déjà connu. L'équivalence des produits, des besoins, des capacités et des travaux accomplis retrou-

verait bientôt sa preuve dans des billets en papier qui sont, en somme, de petits contrats entre les hommes. Le veau d'or changerait de nom d'une façon quelconque. Une telle découverte serait pour la science une étoile de plus dans la nuit qu'elle contemple toujours. L'esprit public aime le merveilleux, la découverte de vagues trésors antiques et l'astrologie. Dans un milieu plus haut, la théorie possible de l'unité de la matière, ressuscite de temps à autre des alchimistes. Pour le moment, il n'y a rien à penser ni à croire au sujet de l'argentaurum, car rien de précis ne nous a été dit.

§ 5. — Géographie et Colonisation

Le Mouvement Colonial en Allemagne. — Alors que l'idée coloniale se répand de plus en plus en France et qu'elle trouve chaque jour de nouveaux interprètes, il peut être intéressant d'étudier sous quelle forme cette même idée fait son chemin chez nos voisins d'Outre-Rhin. Nés d'hier à la vie coloniale, les Allemands semblent vouloir réparer le temps perdu et accomplir en quelques années le chemin parcouru par nous depuis trois siècles. Chez eux, les premières manifestations du mouvement colonial ont été provoquées au début des conquêtes allemandes, en Afrique, par une puissante association : la *Société Coloniale Allemande.*

L'étude de l'organisation de cette Société, de ses moyens d'action, de son développement, se rattache donc intimement à l'extension du mouvement colonial allemand; elle a centralisé tous les efforts, provoqué toutes les énergies, subventionné les premières tentatives et donné à la poussée coloniale devenue irrésistible une direction ferme et prudente, qui a puissamment contribué au développement de l'empire colonial allemand.

La *Société Coloniale Allemande* est née en 1897 de la fusion de l'*Association Coloniale Allemande* et de la *Société pour la Colonisation Allemande.* Son but est :

1° De diriger le travail national vers la colonisation allemande; de propager de plus en plus l'idée de la nécessité de cette colonisation;

2° De hâter la solution pratique des questions coloniales;

3° De prendre l'initiative d'entreprises coloniales allemandes, de les encourager ou de les prendre directement et énergiquement en mains;

4° De travailler à la solution des questions se rattachant à l'émigration;

5° De maintenir et de fortifier les liens économiques et moraux des Allemands établis à l'étranger avec la mère-patrie;

6° De créer un centre de direction pour tous les efforts isolés accomplis en vue de ces différents buts.

La Société compte aujourd'hui plus de 20.000 membres, elle en comptait 17.000 au commencement de 1896. Ces membres paient une cotisation annuelle de six marks (7 fr. 50) quand ils habitent l'Allemagne, et de huit marks (10 francs) quand ils résident à l'étranger. Les ressources de la Société proviennent, pour la plus grande partie, du produit des cotisations; celles-ci ont atteint à la fin du dernier exercice 115.720 marks (144.650 francs); les dépenses se sont élevées à 114.433 marks (142.741 francs). Dans les prévisions de dépenses pour l'année 1897 figurent 18.000 marks (22.500 francs) pour la propagande et les renseignements, et 17.650 marks pour les subventions et les secours que la Société pourra être appelée à distribuer; 15.680 marks seulement sont affectés aux frais du personnel et à ceux du loyer; 27.380 à ceux de la publication de la *Gazette Coloniale*, organe de la Société, envoyé à tous les membres.

Les membres sont répartis en sections, au nombre de 248, qui jouissent d'une certaine autonomie et participent, à raison d'une voix par cent membres, à l'élection du Comité Directeur. Chaque section se subdivise en groupes, dont quelques-uns ont leur siège à l'étranger. Il en existe en France, en Angleterre, en Belgique. Celui de Paris comprend 12 membres et celui de Bruxelles 192. Toutes les sections constituent de petits Etats dans l'Etat, en sorte qu'on peut dire que la *Société Coloniale Allemande* est constituée à l'image de l'Allemagne elle-même.

En raison de leur demi-indépendance, les sections peuvent prendre l'initiative de communications (*Eingaben*) adressées au Gouvernement. Voici quelques-unes de celles qui ont été envoyées, sous forme de vœux, à l'Office des Affaires étrangères :

1° Que l'Allemagne occupe ou du moins se réserve la *côte des Somalis*, du cap Guardafui au nord du cap Hafoun;

2° Que le Gouvernement prenne toutes les mesures de nature à resserrer les liens d'amitié entre le *Transvaal* et l'Allemagne et à fortifier l'indépendance des Boers;

3° Que les frontières anglo-allemande et franco-allemande du *Togo* soient redressées en faveur de l'Allemagne;

4° Que, dans les négociations avec la France, le Gouvernement tienne compte des traités conclus par le Dr Gruner dans la *boucle du Niger*;

5° Que l'Allemagne s'oppose aux velléités d'annexion de l'Angleterre dans la *Delagoa bay;*

6° Que l'Allemagne cherche à acquérir, partout où besoin sera, des *stations navales pour sa flotte*;

7° Que l'Allemagne ne tarde pas à s'emparer d'une *île le long des côtes de Chine*;

8° Que l'Allemagne empêche l'*Etat du Congo* de concéder une *ligne télégraphique* aux Anglais le long de la rive méridionale du Tanganyka au lac Albert-Edouard;

9° Que le Gouvernement allemand écarte le *droit de préemption de la France sur l'Etat du Congo*, droit qui contrecarre les intérêts allemands, afin de rendre impossible ou du moins très difficile l'intervention de la France dans la fixation définitive de la frontière entre l'Etat du Congo et l'Afrique orientale allemande.

Parmi ces vœux, combien ne se sont-ils pas réalisés!

A la tête de la Société se trouve le Comité Directeur, composé des personnages les plus considérables de l'aristocratie, de la science et du haut commerce. Le président d'honneur est le prince de Hohenlohe-Langenburg, statthalter d'Alsace-Lorraine; le président, Son Altesse Jean-Albert, duc de Mecklembourg. Parmi les membres, nous relevons les noms du comte d'Armin Muskau, du prince d'Arenberg, les deux porte-parole des coloniaux au Reichstag, du Dr Herzog, de M. von Wissman, du Dr Peters, dont on a pas oublié le récent procès.

De telles personnalités placées à la tête d'une telle association devaient lui assurer une influence prépondérante dans la direction des affaires coloniales. On voit qu'elle a su en tirer parti.

Aussi bien, le développement de cette Société n'est-il pas pour nous un enseignement? Alors qu'en France les efforts individuels risquent de demeurer stériles, parce qu'ils sont isolés, que ne tentent-ils de se grouper autour d'une association établie sur les mêmes bases? De louables efforts ont été accomplis en ce sens, nous verrons prochainement ce qui leur a jusqu'ici manqué pour donner tous les résultats qu'on en pouvait attendre. Joseph Godefroy.

§ 6. — Universités, Congrès et Concours

La « British Association » au Canada. — On sait que la *British Association* (Association britannique pour l'avancement des Sciences) se réunit chaque année dans une des grandes villes du Royaume-Uni. L'Association a de cette façon déjà fait plusieurs fois le tour de l'Angleterre, de l'Ecosse et de l'Irlande. Aussi a-t-elle pensé rénover l'intérêt de ses congrès en tenant, par exception, celui de 1897 hors d'Europe. C'est à Toronto, au Canada, qu'elle a décidé de se transporter au mois d'Août prochain.

La *British Association* compte plus de quatre mille membres. On peut affirmer qu'un très grand nombre d'entre eux prendront cet été le paquebot de Liverpool à destination de l'Amérique. Et ce ne seront pas seulement des savants anglais, écossais et irlandais qui feront le voyage : beaucoup d'hommes de science suédois, norwégiens, danois, allemands et russes sont inscrits pour partir avec leurs confrères de Grande-Bretagne. Un tout petit, trop petit nombre de Français les accompagneront.

Il y a cependant un grand intérêt à ce que ceux de nos compatriotes que leur savoir et leur situation désignent pour exercer sur la jeunesse studieuse une influence efficace, et qui représentent avec le plus d'éclat le génie de la France aux yeux de l'Etranger, aillent renouer avec nos frères Canadiens les relations qui les unissaient si étroitement à nous autrefois. Qu'on le remarque bien, l'arrivée à Toronto de l'élite pensante du Nord de l'Europe constitue un événement dont la portée doit inquiéter le patriotisme français : un grand pays où notre langue est demeurée en honneur, où les produits français, en particulier ceux de notre librairie, trouvent encore un débouché important, va recevoir la visite de tout ce qu'il y a de plus élevé dans le monde intellectuel de l'Europe : des astronomes, des physiciens, des biologistes, des géologues, des chimistes, des ingénieurs, des géographes, des économistes du vieux monde, vont entrer en rapports cordiaux avec l'élite de la population canadienne, avec les principaux représentants de la Science, de l'Enseignement, de l'Industrie, de l'Agriculture et de l'Administration au Canada. En même temps qu'ils étudieront le pays et s'enquerront de ce que leurs nationaux ont à y faire, ils laisseront chacun la trace personnelle de son passage. A leur suite, et comme portés par leur souvenir, s'introduiront davantage dans le pays leurs livres et leurs idées ; et à mesure que s'implanteront, dans les Universités et les Ecoles canadiennes, la Science anglaise ou la Pédagogie allemande, se développeront aussi, dans les villes et les campagnes, les entreprises industrielles et commerciales des Anglais et des Allemands. Si nous ne prenons une part active à ce mouvement de pénétration, que le Congrès de Toronto va sûrement accélérer, nous ne tarderons pas à perdre tout reste d'autorité morale au Canada, et, en même temps que le prestige du nom français, s'y évanouira notre influence matérielle.

Pour cette raison, on ne saurait trop inciter nos grands Etablissements d'enseignement supérieur, nos Ecoles de Commerce, surtout nos Universités, — puisqu'elles ont aujourd'hui la libre disposition de leurs revenus, — à s'imposer quelques sacrifices pour permettre à leurs doyens et à certains de leurs professeurs de se rendre, sans charge personnelle excessive, à Toronto. Nos Chambres de Commerce feraient aussi bon emploi de leurs richesses en envoyant, à l'occasion du Congrès, — et en profitant de toutes ses ressources, — une mission d'études au Canada.

Désireuse d'aider à ce mouvement, la *Revue* se met à la disposition de ses lecteurs pour les renseigner en détail sur les conditions matérielles du voyage et la dépense qu'il entraînera[1].

Les congressistes parcourront une bonne partie du pays. Le *Comité local d'organisation* a, d'ailleurs, pris toutes les dispositions requises non seulement pour accueillir magnifiquement ses hôtes à Toronto, mais aussi pour assurer le succès des excursions projetées au Canada même et sur le territoire des Etats-Unis. Chaque excursion sera dirigée par un spécialiste de marque. Le professeur Colemann mènera les géologues aux *glacial beds* de Don Valley.

La *Muskola Lakes Association* conduira les touristes au lac Muskola, et leur y offrira l'hospitalité. On ira aussi aux chutes du Niagara et l'on y étudiera les turbines et les immenses usines qui alimentent d'énergie électrique une grande partie de la région et de la ville même de Buffalo.

Souhaitons que ces séductions et l'attrait particulier d'un voyage fait en la compagnie des plus éminents représentants de la Science étrangère, décident beaucoup de savants, d'ingénieurs et d'industriels français à s'embarquer dans quelques semaines pour l'Amérique.

Louis Olivier.

[1] La dépense de la tournée d'un mois (avec départ de Liverpool et retour en ce port) est fixée à 1.500 fr. par personne.

Donations aux Universités. — Le mouvement de libéralité de nos industriels en faveur des laboratoires scientifiques, mouvement que nous avons déjà eu le plaisir de signaler[1], continue notamment dans la région de l'Est, son point de départ.

Aux 189.000 francs, dont nous avons annoncé la donation à la Faculté des Sciences de Nancy, sont venues tout récemment s'ajouter d'importantes libéralités.

L'*Institut Chimique* de cette Faculté vient de recevoir de :

MM. Vincent, Ponnier et Cie, à Senones (Vosges). . . . . fr.	5.000
Société des Hauts Fourneaux de Vezin-Aulnoye.	5.000
Manufacture lyonnaise des matières colorantes à Lyon.	2.000
M. Grosdidier, maître de forges à Commercy. .	1.000
Crédit Lyonnais	1.000
Banque d'Alsace-Lorraine	1.000
M. Albert Scheurer, manufacturier à Thann (Alsace).	1.000
MM. Fénal frères, à Pexonne (Vosges).	1.000
Société des Hauts Fourneaux de la Chiers, à Longwy.	1.000
MM. Berger-Levrault et Cie, imprimeurs-éditeurs, Paris-Nancy.	1.000
MM. Lévy, Mees et Cie, banquiers, à Nancy. . .	1.000
M. Luc, tanneur, à Nancy	2.000
Les fils de Cartier-Bresson, à Celles-sur-Plaine.	1.000
MM. Zeller et Cie, à Blamont.	1.000

L'*Ecole de Brasserie* de la même Faculté vient d'être aussi l'objet de donations qui vont permettre à ce laboratoire, si utile dans la région nancéenne, de développer son enseignement et ses recherches. Il a reçu de :

MM. Tourtel frères, à Tantonville.	4.000
MM. Betting frères.	3.000
Grande Brasserie de l'Est	4.000
Brasserie de Xertigny	1.000
MM. Karcher et Cie, à Paris	1.000

Concours sur les Variétés de nos Céréales. — L'Académie des Sciences de Berlin met au concours l'étude de l'origine et des caractères des diverses variétés de céréales obtenues depuis une vingtaine d'années.

Les mémoires devront être présentés sous forme de manuscrits en allemand, français, anglais ou italien avant le 31 décembre 1898. — L'auteur du mémoire couronné recevra un prix de 2.500 francs.

[1] Voyez la *Revue* du 30 mars 1897, pp. 224 et 234 ; du 15 avril, pp. 288 et 289 ; du 15 mai, p. 366.

LES OBUS PERFORANTS

« Dans la prochaine guerre navale européenne, « la victoire appartiendra à celui qui aura des « obus en acier, à forte capacité d'explosif avec « fusée de culot retardée. » Telle est la conclusion par laquelle M. A. Croneau, Ingénieur des Constructions Navales et professeur à l'Ecole d'Application du Génie maritime, terminait en mai 1895 la revision annuelle des progrès de la Marine publiée par cette *Revue*. Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'importance que la situation de l'auteur donnait à cette déclaration.

Ces paroles sont d'ailleurs rigoureusement conformes aux faits : il est certain qu'un navire qui pourra faire éclater dans l'intérieur d'un cuirassé ennemi un obus contenant 12 à 15 kilos de mélinite ou de l'un des explosifs à grande puissance récemment adoptés par les différentes artilleries navales, aura bien des chances pour qu'un seul coup de ce genre réduise pendant quelque temps son adversaire à l'immobilité et lui donne ainsi toute facilité pour le torpiller ou l'éperonner.

Une charge semblable de mélinite, quand elle vient à éclater entre deux ponts dans l'intérieur d'un cuirassé, y produit, en effet, des ravages vraiment effrayants. Les tôles des ponts, au-dessus et au-dessous du point de l'explosion, sont arrachées ou défoncées. Les poutres voisines sont cassées ou tordues, et leurs liaisons avec la membrure fortement ébranlées. Les chaudières, s'il y en a dans le compartiment atteint, sont crevées; et, en tous cas, les tuyaux de vapeur sont disloqués par l'arrachement des collerettes. Les fils électriques, les tuyaux acoustiques servant à la transmission des ordres ou de la force motrice sont rompus, en sorte que toute communication est coupée entre le Commandant dans sa tourelle de combat et les différents organes du navire, machines motrices, artillerie, torpille, gouvernail.

En outre, l'explosion laisse après elle une fumée asphyxiante, épaisse, qui interdit, pendant un laps de temps de quinze à vingt minutes, tout accès sur le théâtre de l'explosion.

Il n'est donc point excessif de dire qu'un coup semblable a bien des chances d'être mortel pour le cuirassé qui le recevra. Comme les escadres actuelles ne comportent, en somme, qu'un nombre assez restreint de navires de cette espèce, la perte d'une de ces unités pendant le combat causerait une diminution notable de la puissance matérielle d'une flotte. Il n'est pas besoin de beaucoup réfléchir pour comprendre que l'effet moral serait encore plus désastreux. Un coup semblable aurait donc probablement une influence considérable sur le résultat final d'une bataille.

Il semble donc intéressant d'étudier, dans ce journal de haute science lu et consulté par tous ceux qui ont souci des affaires publiques, le problème de l'obus à grande capacité. Cette étude nous a paru d'autant plus utile que, dans la discussion qui eut lieu l'année dernière devant la Commission extra-parlementaire de la Marine, il semble y avoir eu une confusion dans les différents éléments du problème. Cette confusion se trouve déjà en germe, comme on va le voir, dans la citation que nous avons placée en tête de cet article.

I

Le problème de l'obus à grande capacité et à explosion retardée destiné au tir contre les cuirassés, est, en effet, plus compliqué qu'on ne pourrait le croire tout d'abord. En réalité ce problème en comprend trois autres qui non seulement sont absolument distincts, mais encore relèvent de trois branches différentes de la science :

1° *Etant donnée l'épaisseur de la cuirasse de la défense, fixer le poids et la vitesse d'un boulet de calibre donné, nécessaires pour que ce boulet traverse cette cuirasse.* — C'est un problème d'artillerie.

2° *Connaissant la force vive nécessaire à la masse d'acier, trouver un métal de telle qualité qu'on puisse lui donner une forme d'obus, afin de produire à l'intérieur du navire des effets de mitraille.* — Cela est de la métallurgie pure.

3° *L'obus étant ainsi tracé, déterminer la charge d'éclatement et le mécanisme d'inflammation de cette charge, de manière à ce que l'explosion n'ait lieu qu'après que l'obus a dépensé la majeure partie, sinon la totalité, de sa force vive.* — Cela est une question de pyrotechnie.

Le premier de ces problèmes est une simple question de mécanique balistique dont la solution est connue depuis longtemps. Chez toutes les nations militaires, on a des formules qui donnent, avec une approximation suffisante, les nombres demandés; la plupart ont dressé des tableaux où l'on peut puiser par une simple lecture le renseignement cherché. Parfois, même, ces chiffres figurent dans les tables de tir, qui indiquent, dans une colonne spéciale, les épaisseurs de cuirasse traversées par le boulet aux diverses distances, c'est-à-dire avec la vitesse restante aux distances considérées.

Le deuxième problème est un problème fort diffi-

cile de métallurgie : cependant il a reçu, à différentes époques et suivant les besoins de l'attaque, de solutions satisfaisantes. C'est ainsi que vers 1875 les obus Whitworth, les obus de Terrenoire et même, dans quelques cas, les obus en fonte dure, traversent sans se rompre les plaques de cuirasse en fer employées à cette époque. Après l'adoption des cuirasses en acier, les projectiles Holtzer donnent, à leur tour, une solution convenable. Enfin, depuis l'introduction des cuirasses en acier harveyé, ces mêmes projectiles Holtzer et d'autres analogues, munis d'une coiffe en métal doux, donnent à leur tour la perforation.

II

Le troisième problème, celui du chargement proprement dit, est un problème de pyrotechnie. Au premier abord la solution semble toute simple et facile. Dans les premiers tirs qui furent faits avec des obus chargés et amorcés, on constata que l'obus éclatait avant d'avoir traversé la muraille. On attribua ce fait tout d'abord à un fonctionnement prématuré et anormal du mécanisme d'inflammation ; mais, ayant remplacé ce mécanisme par un simple bouchon en fer, on retrouva les mêmes éclatements prématurés. Cela se passait avec de la poudre noire. On comprend que quand on arriva aux explosifs plus puissants, — que l'augmentation de la résistance des parois des projectiles rend nécessaires, — le même phénomène se produisit *a fortiori*. Cet éclatement, en brisant l'obus, alors qu'il n'avait dépensé qu'une minime partie de sa force vive sur la muraille, diminuait considérablement sa faculté de perforation, en sorte qu'on arrivait à ce résultat tout à fait paradoxal, que l'introduction d'une charge d'éclatement dans la chambre de l'obus le rendait moins efficace que quand la chambre était pleine de sable. A la vérité, quand le chargement fut composé de mélinite, le trou produit dans la muraille était notablement plus grand que le calibre du projectile, mais cette énergie même de l'action du nouvel explosif montrait la perte de puissance que causait cette explosion spontanée extérieure.

Ainsi, à chaque fois qu'on tire un projectile *chargé* sur une plaque de cuirasse, cet obus éclate et se brise au premier instant du choc, même quand la plaque est très mince relativement à la puissance de l'obus.

Les effets destructeurs en sont considérablement atténués et ne se produisent que sur la cuirasse sans grand risque pour le navire. La cuirasse a donc rempli son office de protection, et l'obus n'a point rempli le sien.

Cela se produit dès qu'il y a une charge d'éclatement, petite ou grande. De ce fait toujours constaté, et, après bien des essais, accepté par beaucoup comme inévitable, les *Constructions navales* et *l'Artillerie* ont tiré chacune des conséquences différentes. Les ingénieurs ont conclu à l'utilité des cuirasses minces et, par suite, à leur extension dans toutes les parties du navire, cette extension devenant à la fois nécessaire et efficace. Les artilleurs ont dit : explosion pour explosion, il vaut mieux faire éclater 10 ou 12 kilogrammes de mélinite que 2 ou 3. De là sont nés les obus à grande capacité ou obus de semi-rupture. Ceux-ci, moins massifs que les obus de rupture précédents, seraient moins puissants sur les cuirasses épaisses, mais, comme nous venons de le dire, les cuirasses ont été sensiblement amincies, et, par suite, les facultés relatives de pénétration sont restées les mêmes. L'obus de semi-rupture, quand il n'a pas de charge intérieure, perce les plaques qui lui sont opposées, c'est-à-dire toutes les cuirasses des hauts des navires, de même que les obus de rupture percent les plaques de ceinture.

Pour l'un comme pour l'autre, le principal obstacle à leur action est en eux-mêmes : c'est l'explosion spontanée et toujours prématurée de leur charge intérieure.

Quand ces faits furent bien constatés et bien mis hors de doute, il fallut de toute nécessité s'occuper de trouver un procédé pour retarder ces éclatements. C'est cette recherche à laquelle se livrent depuis plusieurs années les artilleurs de tous les pays, sans avoir, croyons-nous, trouvé une solution complète, ou même simplement approximative.

Pour rechercher le moyen d'obvier à ces explosions prématurées, si nuisibles à la puissance du projectile, il serait utile d'abord de connaître le processus exact de l'inflammation. De nombreuses hypothèses ont été faites à ce sujet depuis que ce problème s'est posé devant les artilleurs. Il est évident que c'est la transformation en chaleur de la puissance vive de la charge brusquement arrêtée qui produit la combustion. Mais le calcul indique que cette transformation ne donnerait à la charge qu'une température moyenne très inférieure à celle qui est nécessaire pour commencer la transformation chimique, si la chaleur était effectivement répartie dans toute la masse. De là cette double conclusion : d'abord, que le problème n'est pas insoluble, et, ensuite, qu'il existe une cause seconde spéciale qui provoque la combustion d'une partie déterminée de la charge, combustion qui se propage ensuite dans toute la masse. Voici quelles sont les hypothèses qui ont été émises sur la cause de la mise en feu première :

1. — Au moment du brusque arrêt de l'obus, la charge continuant son mouvement en avant, les

parties placées à l'avant de la chambre sont soumises à une énorme pression. C'est cette pression qui, comme dans le briquet à air, produit un échauffement local intense;

2. — Le mouvement en avant de l'obus et aussi sa rotation cessant brusquement au choc sur la cuirasse, tandis que la charge continue ce double mouvement auquel elle participait, il se produit des frottements énergiques qui échauffent jusqu'à l'inflammation certains points plus ou moins saillants;

3. — Les déformations du projectile causent un échauffement du métal qui, soit par contact direct, soit peut-être par des étincelles, enflamme tel ou tel point de la charge;

4. — La charge se casse au choc, soit qu'elle soit naturellement massive, soit qu'elle ait été enrochée par le choc au départ. Cette cassure et peut-être aussi les frottements des morceaux entre eux déterminent l'inflammation;

5. — Les vibrations produites par le choc dans le métal de l'obus et transmises à la charge par contact sont suffisantes pour amener la réaction chimique de l'explosion;

6. — Quand il y a un détonateur, les éléments eux-mêmes de ce détonateur s'enflamment spontanément et mettent le feu prématurément.

Remarquons, en passant, qu'il y a dans le détonateur plusieurs éléments d'une sensibilité particulière : nous n'y insisterons pas afin de ne pas paraître dévoiler quoi que ce soit au sujet de cet artifice que nous ne connaissons pas du reste exactement. Il nous suffira de bien poser en principe que ce détonateur est la partie la plus sensible et la plus inflammable.

Si l'on réfléchit aux différentes hypothèses que nous venons d'énoncer, on comprend que, selon toute probabilité, chacune des causes énoncées a son rôle dans le phénomène : suivant les circonstances du tir, la nature, l'état ou la disposition de l'explosif, chacune d'elles peut devenir prédominante. Nous pensons que le procédé à trouver devra par suite remédier à la fois à toutes ces causes diverses.

On sait que, surtout avec les explosifs les plus puissants, il se produit parfois, rarement à la vérité, des éclatements dans l'âme de la pièce, par l'effet du choc au départ. Ces éclatements sont particulièrement désastreux avec les nouveaux explosifs. Ils entraînent alors, en effet, la rupture de la pièce et souvent aussi de l'affût, la mort des servants et, en outre, des avaries considérables. Il est donc à désirer que le procédé cherché puisse aussi, sans trop de complications, faire disparaître radicalement ce grave inconvénient.

III

Dans l'impuissance où l'on s'est trouvé jusqu'ici d'empêcher ces éclatements prématurés, on a essayé deux palliatifs différents pour en atténuer les conséquences fâcheuses[1].

L'explosif le plus puissant ayant paru aussi le plus sensible, certains artilleurs ont proposé d'employer, pour le chargement des obus de rupture, surtout pour ceux à grande capacité, un produit, moins puissant à la vérité, mais qui, ayant une rapidité de combustion moins grande, permettait une meilleure utilisation de la force vive du projectile. Il n'y a pas besoin de réfléchir longtemps pour comprendre que cette solution est assez médiocre, puisqu'elle fait perdre d'un côté ce qu'on gagne de l'autre. Elle ne serait admissible que si l'explosion ne se produisait plus réellement que dans l'intérieur du navire; mais il n'en est pas ainsi, et ce procédé si contestable n'a produit qu'un retard à peine appréciable.

Un autre procédé a consisté dans le déplacement de la fusée : on a transporté au culot la fusée qui, auparavant, était placée à la pointe de l'ogive. On a vu, dans la citation placée en tête de cet article, que c'est cette solution que prône M. Croneau, qui demande une fusée de culot retardée. Il ne faut pas confondre *fusée de culot* avec *fusée retardée :* il est bien évident en effet, que, si l'on avait une fusée retardée, et surtout, si les autres éléments de la charge lui laissaient jouer son rôle, et ne prenaient pas feu avant que cette fusée le leur eût communiqué, il est évident, disons-nous, qu'au point de vue où nous nous plaçons, cette fusée retardée pourrait se placer indifféremment à l'ogive ou au culot. Cette question de position serait alors déterminée par d'autres considérations : la position à l'ogive a le petit avantage de diminuer les chances d'explosion dans l'âme. La fusée, en effet, est ainsi mieux protégée contre les effets du choc au départ; mais ces effets ne sont redoutables qu'au cas d'une malfaçon quelconque. A côté de ce petit inconvénient, la fusée au culot a pour les petits calibres l'avantage de donner une ogive plus massive et, par conséquent, plus résistante; mais cet avantage, qui est certain pour les petits calibres, ne l'est peut-être pas autant pour les gros. Sans vouloir entrer dans des considérations qui nous entraîneraient trop loin de notre sujet, il nous suffira de rappeler un fait qui concerne les obus de Terrenoire, qui, vers 1880, suffisaient contre les

[1] On nous excusera, ici encore, de ne pas donner d'indication précise, ce qui pourrait paraître une indiscrétion blâmable. Ce reproche serait d'autant moins justifié que nous n'avons aucune donnée précise sur ce qui se passe, au moins en France.

cuirasses en fer. L'usine ne put arriver à fournir les projectiles de 27 centimètres et surtout de 32 centimètres que lorsque, sur l'avis d'un membre de la Commission de Gâvres, elle se fut décidée à percer l'ogive de part en part suivant l'axe de l'obus. En augmentant l'action de la trempe, ce canal, qu'on bouchait ensuite avec une cheville d'acier, donnait une ogive plus résistante.

D'ailleurs, cette question de la position de la fusée, à l'ogive ou au culot, n'a qu'une importance relative, parce que la détonation franchit toujours tous les échelons retardateurs, c'est-à-dire que la charge et le détonateur prennent toujours feu au choc, sans attendre le fonctionnement plus ou moins compliqué du dispositif de retard.

Quand c'est le détonateur qui cause cette inflammation et, par suite la rupture prématurée de l'obus, comme il accompagne forcément le mécanisme d'inflammation on obtient un retard sensible par le seul effet de son déplacement de l'ogive au culot. Mais ce serait une erreur de croire que des dispositions spéciales de la fusée d'inflammation retardée soient pour rien dans cet effet.

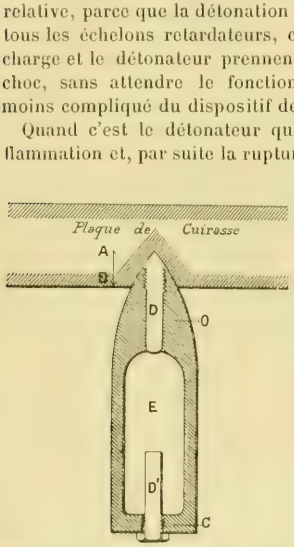


Fig. 1. — *Obus perçant une plaque de cuirasse.* — D, détonateur; O, ogive; C, culot; E, corps de l'obus; D', nouvelle position du détonateur; distance AB = 5 à 6 centimètres.

Cela peut, il nous semble, être expliqué aisément. L'examen des faits montre que, lorsque le détonateur D (fig. 1) est placé dans l'ogive O, si l'obus est tiré sur une plaque en acier de bonne qualité, sa rupture par l'explosion se produit alors que la pointe de l'obus a pénétré de 5 à 6 centimètres (AB) dans la plaque. Comme dans les premiers instants la vitesse de l'obus diminue peu, on peut évaluer, avec les vitesses initiales actuelles, la vitesse moyenne de ce petit parcours de quelques centimètres à 550 mètres par seconde environ; on a ainsi, pour le petit parcours considéré AB, une durée de $\frac{1}{10.000}$ de seconde environ. Tel est donc le temps nécessaire pour la série de phénomènes qui commencent à l'ébranlement de la fusée et se terminent à la rupture de l'obus. Cela posé, et sans rien changer d'ailleurs, transportons cette même fusée et, avec elle, le détonateur de l'ogive au culot en D'; la figure, toute schématique, montre que le choc sur la plaque n'arrivera plus *directement* à ce double artifice; il n'y atteindra que par l'intermédiaire du métal de l'obus. Or, la vitesse de transmission dans ce métal nous est connue : elle est égale à celle de la transmission des vibrations dans les métaux, soit à 5.000 mètres par seconde à peu près. En comptant seulement $0^m,50$ pour la longueur du projectile (et c'est un minimum déjà atteint avec l'obus de 15 centimètres), on voit que la fusée et le détonateur D' ne recevront la commotion que lorsque les premières vibrations éprouvées par la pointe A arriveront au culot C; soit, avec les chiffres ci-dessus, $\frac{0,5}{5.000}$ ou $\frac{1}{10.000}$ de seconde. Tous les autres phénomènes étant alors les mêmes que dans le premier cas, exigeront, comme tout à l'heure, le même laps de temps; par suite, le seul déplacement de la fusée aura plus que doublé le temps écoulé entre le premier choc de la pointe A et la rupture de l'obus. Cette rupture se produira donc, non plus quand la pointe aura pénétré de 5 à 6 centimètres, mais quand la pénétration sera de 8 à 9 centimètres. Le temps est au moins doublé, mais non la pénétration, à cause de la diminution rapide de la vitesse.

On comprend que, si en même temps qu'on a changé la position du détonateur et de la fusée, on a changé, comme cela arrive généralement, les dispositions de cette fusée, on peut se laisser tromper par le résultat obtenu, et attribuer ce premier résultat appréciable au dispositif nouveau de la fusée, au lieu de l'attribuer à sa vraie cause, qui est: *le retard dans la transmission du choc, de la pointe de l'ogive aux points d'inflammation.*

Mais bientôt on est forcément remis sur la bonne piste, par suite de l'invariabilité du bénéfice obtenu, quelque changement qu'on puisse faire dans les dispositions de la fusée: cela provient de ce que, comme nous l'avons déjà dit, l'inflammation spontanée de la charge et la rupture prématurée de l'obus ne sont à peu près jamais produites par la fusée de mise de feu, mais par l'inflammation spontanée du détonateur d'abord et de la charge ensuite. C'est donc sur eux qu'il faut agir pour supprimer ce grave inconvénient. C'est une erreur, *à moins que ce ne soit un trompe-l'œil*, de chercher la solution dans des dispositifs de la fusée de mise de feu.

Le bénéfice de pénétration obtenu par le simple retard, extrêmement petit cependant, que procure le transport du détonateur de l'ogive au culot, montre, semble-t-il, la voie dans laquelle il faut pousser les essais : il s'agit d'obtenir un retard de

quelques dix-millièmes de seconde. Le problème serait donc résolu si l'on trouvait un moyen, non pas tant d'atténuer les résultats du choc, que de soustraire pendant un millième de seconde à peu près, la charge et le détonateur, au choc éprouvé par l'obus.

IV

Si nous nous sommes appliqué à poser le problème avec netteté, c'est que nous ne pensons pas, avec M. Croneau, que ce problème ait encore été réellement résolu chez aucune puissance navale.

Définissons bien la question : aujourd'hui toutes les nations ont des obus de rupture capables de traverser, *à l'état inerte*, c'est-à-dire sans charge intérieure, une plaque d'acier de bonne qualité d'une épaisseur égale à leur calibre. Ces obus peuvent recevoir une charge d'explosif égale au $\frac{1}{70}$ environ de leur poids total.

Mais, dès que ces obus sont tirés munis de cette charge d'explosion, sur une plaque même très mince, ils éclatent au premier choc. Les avaries sont alors localisées au cuirassement, et le personnel et le matériel placés derrière n'ont à redouter que quelques éclats, soit du projectile, soit de la muraille.

Avec les obus à grande capacité, c'est-à-dire contenant le $\frac{1}{15}$ et le $\frac{1}{20}$ de leur poids total de mélinite, les choses se passent exactement de même en ce qui concerne le moment et par suite le point de l'explosion. La nature de la fusée n'a rien à faire en l'espèce. Mais cette explosion, *toujours extérieure*, portant, dans ce dernier cas, sur une quantité d'explosif quatre ou cinq fois plus grande, les effets sur la muraille sont beaucoup plus considérables et la brèche produite beaucoup plus grande. Pour le personnel et le matériel, le résultat est à peu près le même : une violente commotion suivie du passage de quelques éclats de l'obus et de la muraille. La puissance des nouveaux explosifs est telle, en effet, que, même avec l'explosion extérieure à la muraille, elle compense la différence de faculté de pénétration des deux obus inertes. Il est bien clair que l'obus à grande capacité, moins robuste que l'autre, ne peut, à l'état inerte, percer des plaques aussi épaisses que l'obus de rupture de même calibre. Mais, en somme, quand l'un et l'autre ne font, par l'effet de leur imperfection, que *du tir contondant*, c'est-à-dire qu'un tir destiné à détruire la plaque, l'obus de rupture perdant ainsi sa propriété d'être *perforant*, l'obus à grande capacité reprend sur lui toute sa supériorité.

Les choses se passant comme nous venons de le dire, on comprend qu'une cuirasse mince soit à la fois nécessaire et suffisante pour empêcher l'explosion à l'intérieur du navire. C'est ce qui explique pourquoi toutes les nouvelles constructions présentent ce caractère de l'augmentation des surfaces cuirassées accompagnant la diminution des épaisseurs de cuirasse.

Mais si les artilleurs réussissaient à empêcher les explosions prématurées, il deviendrait, par contrecoup, absolument nécessaire de trouver un mode de protection capable d'arrêter les projectiles au dehors, et cela ne conduirait pas certainement à l'emploi des plaques minces. Or, c'est précisément ce qui caractérise au plus haut degré les constructions anglaises qui ont suivi le *Naval Defence Act* de 1891 : amincissement et augmentation des surfaces des cuirasses. Nous sommes donc autorisé à croire que les plans de ces constructions reposent sur ces deux données, l'une positive et l'autre négative :

1° *Augmentation considérable de la résistance des plaques obtenue par le procédé Harvey ;*

2° *Opinion que les obus à inflammation* VÉRITABLEMENT RETARDÉE *ne seront jamais trouvés.*

On nous objectera peut-être que ce sont là des bases un peu fragiles pour une dépense qui a atteint, en crédits déjà votés, environ 1.100 millions de francs. Nous répondrons d'abord qu'en ce qui concerne les plaques Harvey, l'opinion que l'on s'en était faite à l'origine était naturellement peut-être un peu entachée d'exagération. Il faut, d'ailleurs, remarquer que, pendant plusieurs années, elles sont restées invulnérables, et qu'encore aujourd'hui l'amélioration de la résistance qu'elles procurent à égalité d'épaisseur avec les plaques d'acier ordinaire justifie largement la grande réputation qu'elles ont acquise. Encore aujourd'hui (1897) on n'est pas bien fixé sur les conditions de profil, de fixation et de qualité du métal à employer pour la construction de la coiffe qui permet la perforation par les projectiles.

En ce qui concerne le problème que nous étudions spécialement, c'est-à-dire la recherche d'obus à inflammation retardée, il ne faut pas oublier que voilà vingt ans qu'il s'est posé pour la première fois et cela sans avoir trouvé encore de solution complète. Les nouveaux explosifs d'une rapidité de combustion beaucoup plus grande rendent le problème encore plus difficile en même temps qu'ils augmentent l'importance de la solution. Il n'était donc pas excessif d'admettre que cette solution ne serait jamais trouvée.

Enfin, si nous ne craignions de sortir des sujets habituellement traités dans cette *Revue*, nous ferions remarquer que la situation politique créait précisément en ce moment, pour l'Angleterre, l'obligation de s'assurer à bref délai une prépon-

dérance navale incontestable : les événements qui se préparaient en Turquie, la situation de la Grande-Bretagne en Égypte et au Cap faisaient prévoir des difficultés prochaines. La question se posait, semble-t-il, pour elle en ces termes : la possession de l'Afrique depuis l'Egypte jusqu'au Cap, avec crochet au Niger, vaut-elle 1.100 millions ?

Une fois le problème ainsi posé, on sait avec quelle netteté, et quelle vigueur les Anglais ont répondu.

On raconte qu'au moment où les travaux de percement du Canal de Suez allaient commencer, de Lesseps demanda aux constructeurs français et anglais des dragues nécessaires pour ce travail. Les Français fournirent des dragues excellentes qui sont encore aujourd'hui employées à l'entretien; mais elles furent livrées en 1872, trois ans après l'ouverture du canal qui avait été creusé par les très médiocres dragues anglaises qui, elles, avaient été livrées à temps[1].

La situation politique actuelle indique que la construction de la nouvelle flotte anglaise est arrivée à temps.

Est-ce que la France attendra la fin de la prochaine guerre pour avoir les obus à grande capacité et à explosion retardée qui diminueraient dans une si forte proportion la valeur de cette flotte nouvelle ?

V

En résumé, nous ne croyons pas qu'aucune puissance navale possède encore aujourd'hui des obus réellement retardés, c'est-à-dire organisés de telle manière que le projectile ait dépensé la majeure partie de sa force vive pour la pénétration dans la plaque de cuirasse, avant d'être rompu par l'éclatement de sa charge intérieure. La plupart, toutefois, ont des obus à grande capacité, dont l'explosion contre la cuirasse produit des effets contondants considérables. L'énormité même de ces effets explique pourquoi nous sommes entièrement de l'avis de M. Croneau en ce qui concerne l'importance de l'obus retardé : cette importance est capitale et ne saurait être exagérée.

En particulier pour la France, la possession d'obus à grande capacité et à explosion retardée aurait cet avantage de diminuer dans une proportion considérable la valeur défensive et militaire des dernières constructions navales de ses principaux adversaires éventuels.

En Angleterre, en Allemagne, en Italie on a adopté le système du cuirassement général de petite épaisseur.

Nous avons démontré qu'un seul obus de gros calibre à explosion retardée peut être décisif contre un navire construit d'après ces données. Nous ne pouvons donc que répéter, après M. Croneau, en le modifiant très légèrement, l'aphorisme que nous avons placé en tête de cet article : « *Dans la prochaine guerre navale européenne, la victoire appartiendra à celui qui aura des obus en acier à forte capacité d'explosif et à éclatement retardé.* »

LIEUTENANT-COLONEL **Périssé.**

LES RECHERCHES DE M. CAYEUX
SUR LES TERRAINS SÉDIMENTAIRES
DU BASSIN DE PARIS ET DE LA BELGIQUE[2]

La préoccupation habituelle des savants qui s'adonnent à l'étude des terrains sédimentaires, consiste à rechercher l'ordre de succession des couches, à décrire leur faune et leur répartition géographique. L'examen microscopique des sédiments, tant au point de vue des minéraux que des débris organiques composants, est plutôt négligé.

Le travail que vient de publier M. Cayeux rompt avec ces vieilles méthodes : il sort du domaine des thèses habituelles, et, à ce titre, mérite d'attirer l'attention du public scientifique. Dans ce mémoire, l'auteur décrit non seulement les parties ténues des roches qui échappent à une observation superficielle, mais il apprend, de plus, tout le parti qu'on peut tirer de leur étude, pour interpréter la genèse des roches, et retracer l'histoire des anciennes mers, en expliquant leur profondeur, leurs courants, et les diverses conditions physiques des dépôts.

Les roches qui ont fixé l'attention de M. Cayeux et auxquelles le présent mémoire se trouve limité, sont les plus vulgaires et les plus répandues du

[1] Le ministre auquel j'ai entendu raconter cette anecdote levant les Ingénieurs coloniaux en tirait pour eux cette conclusion qu'il ne suffit pas de très bien faire, mais qu'il faut surtout arriver à temps. Ce n'est pas le ministre de la Marine qui parlait ainsi : c'est le ministre des Colonies.

[2] L. CAYEUX : *Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires.* Lille 1897. 589 pages in-4°, 10 planches, 20 figures dans le texte. (Extrait des *Mémoires de la Société de Géologie du Nord.*)

Bassin de Paris et de la Belgique : les siliceuses et les calcaires, et, parmi elles, les *gaizes* et les *craies*. Ces roches affleurent partout, et sont connues de tous : ainsi, la Champagne est un pays formé tout entier de *craie;* l'Argonne, un pays de *gaize*, sorte de grès tendre, léger, poreux, de couleur vert-clair.

Pour l'auteur, l'étude micrographique des dépôts sédimentaires, c'est la recherche du rôle qu'il convient d'attribuer aux agents mécaniques, chimiques et physiologiques, qui concourent à leur formation. Et, pour arriver à ce résultat, il les considère successivement : en géologue, pour connaître leur gisement; en minéralogiste, pour la diagnose des minéraux en lames minces; en chimiste, pour la teneur des principales substances; et en naturaliste, pour la détermination générique des débris animaux et végétaux. Cette méthode permet de dire ce que renferme réellement une roche, et aussi ce qu'elle a contenu, avant que les phénomènes tectoniques et chimiques ne l'aient lentement transformée en son état actuel.

La valeur de cette méthode reposant sur le nombre et la précision des observations de détail, le mémoire de M. Cayeux a nécessité des développements considérables, tant pour les roches *siliceuses* que pour les *calcaires*.

I. — Roches siliceuses.

Les roches sédimentaires siliceuses présentent trois groupes principaux : les *grès*, où prédominent les débris clastiques de quartz cristallin; les *gaizes*, très riches en débris d'organismes siliceux; les *silex*, où la silice est en majeure partie d'origine chimique.

C'est à l'étude des *gaizes*, parmi les roches siliceuses, qu'est limité le présent mémoire.

§ 1. — Nature des gaizes.

Si l'on comprend sous le nom de *gaize* les roches siliceuses très riches en débris d'organismes siliceux, renfermant du quartz et de la glauconie, également agglutinés par un ciment d'opale additionnée d'argile, quelquefois de calcédoine, et comportant une très faible proportion de carbonate de chaux, on peut grouper, sous une rubrique unique, toute une série de roches siliceuses diverses, distinguées sous des noms locaux, désignations vulgaires, qui n'ont point pris rang dans la science, où ces roches méconnues sont généralement classées parmi les grès, comme variétés. Un premier titre de M. Cayeux est d'avoir reconnu la parenté de toutes ces roches de facies si polymorphe, tant dans les grandes collections de l'Université de Lille que dans celle de l'École nationale des Mines, et, par-dessus tout, sur le terrain où ses recherches se sont étendues, des falaises de la Manche aux coteaux de la Bourgogne, et du département du Cher, à l'ouest, au pays du Herve, au delà de Liège, à l'est, comprenant les formations des époques jurassique, crétacée et tertiaire.

Les formations siliceuses suivantes ont été l'objet de descriptions détaillées :

Epoque Jurassique :

Gaize oxfordienne à *Cardioceras Mariae*.

Epoque Crétacée :

Gaize albienne à *Acanthoceras mamillare*.
Gaize cénomanienne à *Schloenbachia inflata*.
Gaize cénomanienne à *Acanthoceras Mantelli*.
Meule cénomanienne de Braquegnies et Thivencelles.
Têtes de chat de Maisières (Turonien).
Rabots de Saint-Denis (Turonien).
Smectique de Herve (Sénonien).

Epoque Tertiaire :

Tuffeaux landéniens à *Cyprina planata* (Thanétien).
Tuffeaux yprésiens des Flandres.

L'étendue des recherches auxquelles ces roches ont donné lieu empêche de les résumer toutes ici; il suffira, d'ailleurs, de considérer l'une d'elles, prise au hasard, pour apprécier la manière de l'auteur, et signaler l'œuvre aux spécialistes. Nous arrêterons notre choix sur la *gaize de l'Argonne*, comme sur le type lithologique connu par le plus grand nombre des géologues. C'est la roche poreuse, qui forme, à l'est du bassin de Paris, le rempart de l'Argonne, enceinte dont les défilés célèbres sont aussi connus des historiens que des géographes. Pour les géologues, la gaize était jusqu'ici une roche siliceuse, argileuse, poreuse et tendre, une sorte de grès renfermant une forte proportion de silice soluble dans les alcalis; M. Cayeux a reconnu qu'elle était essentiellement formée de débris d'organismes siliceux, parfois intacts et déterminables, souvent altérés et transformés, et qu'il y avait lieu de considérer successivement ses minéraux constituants, ses organismes, son ciment et sa composition chimique.

§ 2. — Minéraux constituants de la gaize.

Les minéraux de la gaize sont ou détritiques ou *authigènes*. Les premiers n'interviennent dans la composition de cette roche que pour la moitié au plus, oscillant généralement autour de 1/10, et descendant parfois à 1/20 et même au-dessous : les variétés les plus calcarifères sont les plus pauvres en minéraux. Ce sont : quartz, mica blanc, orthose, plagioclase, zircon, magnétite, tourmaline, rutile. La glauconie est le minéral authigène le plus intéressant; le nombre et le volume de ses éléments augmentent à mesure que le caractère littoral est plus marqué. Elle présente plusieurs manières

d'être distinctes (fig. 1), et, par suite, deux modes d'origine : 1° en grains arrondis ou concrétionnés, clivés, en taches, en enduits; 2° en relation avec les débris organiques. La pyrite, parfois en proportions notables, occupe l'emplacement des spicules d'éponges.

§ 3. — Organismes de la gaize.

Quelle que soit la part qui revienne aux minéraux dans la composition de la gaize, celle des organismes est toujours importante. Les principaux groupes dont le rôle ait été précisé sont les Spongiaires, Radiolaires, Foraminifères et Diatomées.

Les Spongiaires (fig. 2) forment la principale caractéristique organique; les nombreux vestiges qu'ils ont laissés sont de forme excessivement variée, ils se répartissent entre tous les groupes d'éponges siliceuses. Le degré de fréquence des spicules est sujet à de grandes variations ; leur proportion s'élève au maximum à 1/2, variant de 1/2 à 1/10. La matière dont est formé actuellement le spicule est très variable : opale, calcédoine, glauconie ou pyrite. Les trois premières substances sont susceptibles de s'associer en toutes proportions dans un seul spicule; la présence de la pyrite est intéressante, parce qu'elle correspond à la mise en liberté de la silice qui formait primitivement les spicules. On doit en dire autant de l'existence de vides correspondant à l'emplacement de spicules dissous, et qui, parfois, envahissent la roche au point de constituer le 1/4 de son volume.

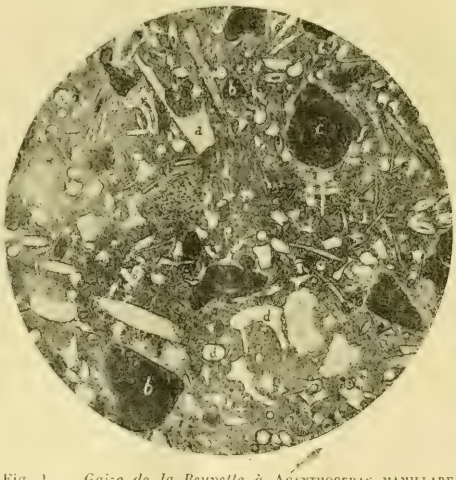


Fig. 1. — *Gaize de la Reupelle à* Acanthoceras mamillare *vue au microscope* (grossissement : 40 diamètres). — *a* et *d*, restes de spicules calcédonieux; *b*, grains de glauconie homogène; *c*, grains de glauconie à structure granuleuse; tous les bâtonnets allongés ainsi que les sections circulaires ou elliptiques appartiennent à des spicules de Spongiaires.

Les Radiolaires, dont l'existence n'avait jamais été signalée dans la gaize, appartiennent aux *Sphæroidea* et *Discoidea* (Argonne), ou aux *Sphæroidea*, *Ellipsida* et *Stichocyrtida* (Cher); mais leur rôle a été des plus restreints dans la formation de la roche. Ils ont fourni, par contre, une faune nouvelle très riche, illustrée par de belles planches, dans la Smectique de Herve.

Les Foraminifères sont très inégalement répartis : rares dans les variétés siliceuses, ils sont plus répandus dans les variétés calcaires; la taille de ces coquilles et l'épaisseur de leur test sont d'autant plus grandes que le caractère littoral du sédiment est plus marqué.

Les Diatomées, sans importance numérique, sont cependant représentées, et fournissent, de concert avec d'autres débris organiques des gaizes jurassiques, de remarquables exemples de transformation en calcaire de leur cuirasse siliceuse. La substitution lente et progressive du carbonate de chaux à la silice peut seule expliquer l'état de conservation de ces Diatomées. Les Diatomées marines ont fourni à M. Cayeux une flore plus remarquable dans les tuffeaux éocènes.

§ 4. Ciment de la gaize.

L'étude du ciment des gaizes, ou de la matière qui agglutine les minéraux et les organismes, offre des problèmes variés. Le carbonate de chaux est un élément habituel, le reste est un mélange intime de silice et de matière argileuse. Des trois modalités que présente la silice libre dans les gaizes, l'opale est de beaucoup la plus répandue ; la calcédoine est un élément d'importance secondaire. L'opale montre trois manières d'être : opale gélatinoïde, qui prédomine de beaucoup, opale hyalitique et opale sphérolitique, très accessoires. Les plages de calcédoine se forment aux dépens du ciment et des organismes siliceux, mais on peut ériger en principe que les parties *cherteuses* (parties silicifiées passant au silex) correspondent aux points où les organismes siliceux présentent leur fréquence maxima.

L'analyse chimique accuse une proportion très variable et souvent très notable d'alumine. La plus grande partie de cette substance se trouve combinée à la silice sous forme d'argile. La silice gélatinoïde et la matière argileuse se pénètrent de la façon la plus intime pour former le ciment de la plupart des gaizes. On constate qu'il y a association dans le ciment des gaizes siliceuses, comme dans les argiles sédimentaires proprement dites, de différentes espèces de silicates d'alumine hydra-

tés, l'une à l'état de paillettes nettement cristallines, l'autre ne se laissant pas décomposer en ses éléments constituants, mais présentant une action évidente sur la lumière polarisée. Ces matières argileuses ne présentent pas une grande stabilité; elles sont détruites lorsque la silice de la gaize subit une différenciation morphologique prononcée ou qu'elle cristallise en calcédoine : la quantité d'argile aux différents points d'une gaize qui passe au chert, varie en raison inverse des métamorphoses subies par la silice.

§ 5. — Composition chimique de la gaize.

Les analyses chimiques des gaizes montrent que la proportion de silice soluble dans la potasse que contiennent ces roches est très variable : 10 à 70 %; mais la valeur absolue des chiffres qui servent à exprimer les teneurs ne correspondent pas à une modalité déterminée de la silice, que le microscope pourrait mettre en évidence. La proportion de la silice totale est comprise entre 76 et 92 %. La proportion d'alumine est très changeante. Le carbonate de chaux existe, bien qu'en proportions très variables, dans toutes les gaizes : ses variations sont en relation immédiate avec la composition organique spéciale de la roche.

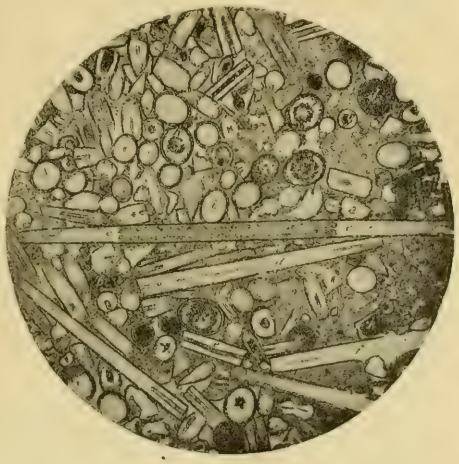


Fig. 2. — *Tuffeau landénien de Bouchavesnes vu au microscope* (grossissement : 40 diamètres). — *a*, quartz; *b*, grain de glauconie; *c*, spicule dont les extrémités sont en calcédoine et la partie moyenne en opale avec canal d'une grande finesse; *d*, spicule calcédonieux avec vestige de canal; *e*, spicule calcédonieux avec canal élargi, arqué, et en grande partie calcédonieux; *f*, spicule calcédonieux ayant perdu une grande partie de ses contours, par suite de la transformation en calcédoine du ciment ambiant; *g*, section transversale d'un spicule calcédonieux avec canal glauconieux très large; *h* et *i*, radiolaires; *j*, spicule globuleux d'éponge; *k*, diatomée.

La silice, qui prend une part si importante à la composition de la gaize (76-92 %), et qui lui imprime une physionomie si particulière, a plusieurs origines. Si l'on se demande d'où vient la silice minérale du ciment et à quelle époque elle a pris la place qu'elle occupe aujourd'hui, on devra reconnaître que ces processus sont multiples. Les diverses sources de silice reconnues ici sont la dissolution de spicules sur le fond de la mer, puis leur dissolution à l'intérieur du sédiment, l'intervention des dépôts supérieurs à la gaize, et enfin la destruction de la matière argileuse. On voit ainsi que la quantité de silice libre que les gaizes renferment actuellement, est supérieure à celle qui a été introduite dans le dépôt à l'origine.

Par conséquent, la silice du ciment étant secondaire, on peut se représenter l'état initial des gaizes comme une boue calcarifère et argileuse, chargée d'une quantité très variable d'éléments de transport, renfermant un grand nombre d'organismes siliceux et accidentellement des Foraminifères. La métamorphose de la roche s'est faite principalement aux dépens du carbonate de chaux qui a été remplacé par la silice. La matière argileuse n'y est point restée étrangère.

Il est peu de dépôts, parmi les terrains sédimentaires, chez lesquels l'activité chimique ait aussi profondément marqué son empreinte. On lui doit dans le domaine organique : dissolution de spicules de Spongiaires, transformation de la silice des spicules conservés, formation de spicules glauconieux et pyriteux, silicification de Foraminifères et calcification de Diatomées; et dans le règne minéral : genèse des différents états de la silice hydratée, formation de nodules siliceux, destruction de la matière argileuse et du carbonate de chaux, genèse de la glauconie et de la pyrite et développement du carbonate de chaux secondaire. C'est une roche subordonnée au système de la gaize oxfordienne qui présente la plus grande somme de métamorphoses : cette roche, calcarifère à l'origine, est devenue siliceuse et a été, finalement, transformée en calcaire cristallin.

§ 6. — Conclusions tirées de l'étude des gaizes.

Le principal résultat de cette étude est la mise en évidence du rôle important des organismes siliceux qui président, pour ainsi dire, aux métamorphoses du sédiment dans lequel ils sont inclus. Par leur dissolution, ils fournissent de la silice à ces terrains (épigénie du ciment) et, par leur présence, ils attirent et fixent sur place la silice en solution qui circule dans le dépôt, qu'elle soit d'origine organique ou non. Au fur et à mesure que se poursuivent ce

transformations, la silice des Spongiaires, Radiolaires, Diatomées est restituée au monde inorganique; elle y entre dans des combinaisons diverses, et on voit apparaître les différentes formes de silice hydratée, opale gélatinoïde, hyalitique, sphérolitique, calcédoine, quartzine, quartz globulaire, et jusqu'au quartz lui-même. On connaît des exemples de production de quartz aux dépens de la silice des Spongiaires.

Par ces considérations sur la migration des éléments et la genèse du ciment, M. Cayeux s'élève jusqu'aux grandes questions de la Géologie, questions fondamentales, souvent discutées et toujours pendantes, et il fournit des arguments au Neptunisme contre le Plutonisme. Dans la théorie neptunienne, l'imprégnation d'eau, agissant pendant longtemps, sous les conditions ordinaires, aurait provoqué parmi les roches les cristallisations et les changements de substance produits sans apport ni enlèvement de matière; M. Cayeux a décrit dans les gaizes de curieux exemples de pseudomorphoses minérales, des enlèvements et des apports de matière par transport de solutions minérales de niveaux superficiels à des niveaux plus profonds, et de multiples réactions produites par les solutions sur les roches traversées, ayant pour résultat et pour conséquence de lentes néoformations cristallines, rappelant celles qui sont répandues dans la pâte des roches plutoniques acides.

Fig. 3. — *Cristaux de zircon trouvés, celui de gauche dans les dépôts siliceux éocènes, celui de droite dans le Turonien et le Sénonien du sud-ouest du Bassin de Paris.*

II. — Roches calcaires.

La seconde partie du mémoire est consacrée à l'étude de la *craie* du Turonien et du Sénonien du Bassin de Paris.

§ 1. — Nature des craies.

Les craies du département du Nord, du pays de Bray, de la région de Rouen, de l'Yonne, du S.-O. et de l'Ouest du Bassin parisien ont été soumises à une étude micrographique détaillée. Le choix de ces points a été dicté par les raisons suivantes : la craie du département du Nord se trouve à la limite septentrionale des affleurements du bassin, et la plupart des niveaux s'y présentent avec des facies qu'ils ne revêtent qu'en cette région. Le pays de Bray occupe sensiblement le centre de l'ancienne mer crétacée anglo-parisienne. La craie de Rouen fournit une série placée dans le voisinage de la bordure O. du bassin. La craie de l'Yonne a été étudiée en raison de son emplacement en face du détroit qui faisait communiquer la mer anglo-parisienne avec celle du Jura et des Alpes, et le Crétacé du S.-O. et de l'Ouest pour montrer comment s'effectue le passage latéral de dépôts littoraux et sublittoraux à la craie proprement dite du centre du bassin.

L'étude complète d'une craie comporte une série d'opérations multiples. L'analyse microscopique en a été faite de deux manières : 1° par l'examen de sections minces; 2° par dissociation mécanique des éléments, obtenue par une série de lévigations, de décantations, éléments qu'on étudie ensuite séparément dans l'eau, la glycérine et le baume de Canada.

La teneur en calcaire a été déterminée en dosant l'acide carbonique à l'aide de l'appareil de Geissler et Erdmann et en le rapportant en entier au carbonate de chaux. Le résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique est pesé, puis débarrassé de l'argile par décantation; les proportions d'organismes et de ciment sont obtenues par des décantations successives; les minéraux lourds ont été séparés à l'aide de la liqueur de Thoulet.

L'étude micrographique de la craie conduit à la connaissance de certaines caractéristiques de niveau, d'assise, d'étage, susceptibles de présenter un grand intérêt au point de vue pratique; et l'examen d'une seule coupe mince fournit presque toujours le moyen de déterminer les différents niveaux.

M. Cayeux décrit successivement les éléments détritiques, les organismes, le ciment et la composition chimique de la craie.

§ 2. — Éléments détritiques de la craie.

Les galets étrangers qu'il a trouvés dans la craie sont rapportés à l'intervention active des végétaux et des courants; il y a, dans les mêmes gisements, des fragments de bois flottés. Les minéraux clastiques, toujours en proportions faibles, 1 % en général, n'atteignent des proportions plus élevées, 45 %, que dans les formations littorales du Turonien. Ce sont : quartz, zircon (fig. 3), tourmaline, rutile, magnétite, orthose, plagioclase, anatase, brookite, chlorite, staurotide, grenat, apatite, corindon, ilménite, disthène. Ils sont inégalement répartis dans les diverses régions du bassin.

Les minéraux secondaires sont : glauconie, phosphate de chaux, orthose, leverrierite, calcite, pyrite, limonite, oxyde de manganèse, quartz, opale, silex, dolomie.

Le phosphate de chaux amorphe ou cristallisé existe dans toutes les craies : il est rare

qu'une section mince, pratiquée au hasard dans n'importe quelle craie, n'en rencontre pas un et parfois plusieurs éléments, bien qu'il se développe de préférence dans le bassin à des niveaux déterminés.

On retrouve à ces niveaux les différents types de grains distingués par MM. Renard, Cornet et Strahan : fragments de tissu osseux, éléments résultant du remplissage de coquilles de Rhizopodes et concrétions microscopiques; M. Cayeux a, de plus, mis en évidence l'existence d'une nouvelle catégorie de grains, engendrés sur place. Tous ces gisements de phosphate de chaux du Crétacé supérieur ont pris naissance aux périodes de grande rupture d'équilibre de la mer. Le phosphate de chaux a commencé par se précipiter directement sur le fond, sous la forme d'un vernis brun nacré, et presque chimiquement pur; la grande masse des grains de phosphate se serait ensuite déposée.

L'orthose existe à tous les niveaux de la craie du bassin parisien, en petits cristaux limpides de $0^{mm},05$; rare dans le Turonien, elle constitue la moitié du résidu minéral du Sénonien, mais est inégalement répartie dans les diverses régions.

Le quartz se montre parfois dans le résidu insoluble des craies en cristaux bipyramidés; il s'est formé sur une grande échelle en plusieurs points du Crétacé du S.-O. du bassin. Dans le tuffeau angoumien de Langeais, sa structure rappelle celle du quartz des granits. L'étude des rognons de silex, si répandus dans la craie, a montré que leur formation a pu se produire à diverses périodes, de telle sorte que, débutant sur le fond de la mer, elle a pu se continuer, au moins dans certains cas, jusqu'après l'émersion de la craie.

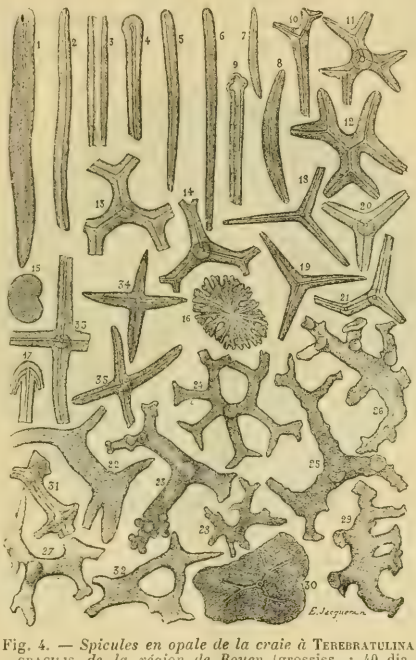


Fig. 4. — *Spicules en opale de la craie à* TEREBRATULINA GRACILIS *de la région de Rouen* (grossiss. : 40 diamètres). — 1-9, spicules monoaxes se rapportant aux *Monactinellidæ*, *Tetractinellidæ* et *Lithistidæ;* 10, spicule en forme de trident, prolongé sous forme de hampe (*Geodia*); 11-14 et 21, spicules en ancre d'affourche; 15, spicule dermique de *Geodites* (très rare); 16, spicule dermique de *Stelletites* (?) (très rare); 18-20, formes simples à quatre rayons coniques égaux ou non (*Pachastrella*); 22, spicule du squelette de *Megamorina*, lisse, irrégulièrement ramifié; 23, spicule du squelette de *Tetracladina*, à quatre rayons épaissis bifurqués; 24 et 28, spicules dermiques de *Tetracladina* pourvus d'un grand nombre de bras; 25-27 et 29, spicules du squelette de *Rhizomorina*, branchus et irréguliers; 30, disque siliceux de *Tetracladina;* 31-33, spicules de *Dyctyonina* soudés entre eux; 34-35, spicules hexaradiés libres de *Lyssakina*.

§ 3. — Organismes de la craie.

La présence de débris de coquilles de Mollusques et de Brachiopodes est constante à tous les niveaux. Les prismes d'Inocérames prédominent généralement, ils atteignent la proportion de 9/10 dans une craie à *M. c. testudinarium* de Lille, 5/10 à Rouen, 1/5 dans l'Yonne; ils manquent dans le S.-O. où la masse du Turonien et du Sénonien est formée en majeure partie par des débris de Bryozoaires. Les débris d'Echinodermes, assez répandus, forment 1/5 de la craie à *M. c. anguinum* de l'Eure. Les Spongiaires ont laissé des débris dans presque toutes les craies, mais en proportions très variables; un seul horizon, celui de la craie à *M. breviporus*, se rencontre partout dans le bassin avec une riche faune de spicules. Les spicules des Spongiaires de la craie ont rarement conservé leur composition initiale en opale (fig. 4); ils sont généralement glauconieux ou transformés en calcite, parfois en pyrite, en phosphate de chaux, en limonite, ou tantôt remplacés par des vides. Des Radiolaires ont été rencontrés en différentes assises et en plusieurs points du bassin; c'est seulement dans la craie à Bélemnitelles qu'ils se présentent avec quelque fréquence. Certaines plages phosphatées en montrent en nombre relativement grand et de formes variées; ils ne paraissent si rares dans la craie que parce qu'ils y ont été détruits chimiquement. Les Foraminifères sont très inégalement répartis et généralement fragmentaires; on les trouve en plus grande proportion dans le Turonien (80 °/₀ à Rouen), et en très faible proportion dans le Sénonien, à partir de l'assise à *M. cor anguinum* (5 à 10 °/₀). Les Foraminifères monothalamiens (*Fissurina*, *Orbulina*) sont pré-

pondérants dans le Turonien, les formes Pluriloculaires (*Textularia*, *Rotalia*) l'emportent dans le Sénonien. Le rôle des Globigérines, considéré dans son ensemble, est tout à fait secondaire et souvent presque négligeable.

§ 4. — Ciment de la craie.

Le ciment des craies est formé par des éléments minéraux et organiques de dimensions tellement exiguës qu'il est impossible d'en préciser la forme et la nature par l'examen des sections minces aux faibles grossissements. Une argile cristallisée en est un élément important. La proportion relative du ciment varie beaucoup dans les diverses craies. La majeure partie du résidu, dû à l'activité chimique, est formée de très petits rhomboèdres de calcite, de particules calcaires passant de la forme rhomboédrique à la forme arrondie et de granules irréguliers; ils proviennent en partie de la transformation en calcite des coquilles en aragonite. La production de ce carbonate de chaux granuleux du ciment a commencé sur le fond de la mer; elle s'est poursuivie pendant que s'accumulaient les sédiments supérieurs, après l'émersion de la craie et pendant sa consolidation jusqu'à nos jours.

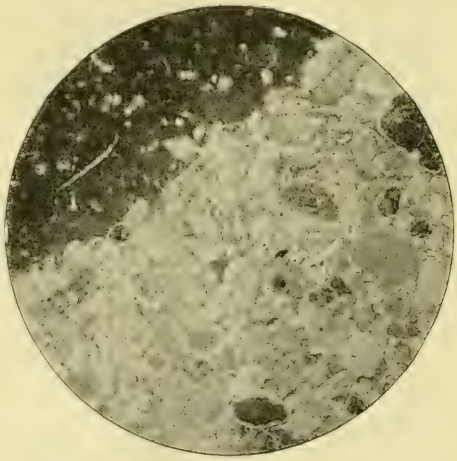


Fig. 5. — *Coupe d'une craie à Bélemnitelles de la Somme* (grossissement : 45 diamètres). — La partie nord-ouest de la figure est formée d'une craie blanche normale très fine, ne renfermant que de très rares vestiges de Foraminifères. Le reste de la figure représente la même craie imprégnée de phosphate de chaux avec de nombreuses coquilles de Rhizopodes calcaires conservées grâce à la présence de la matière phosphatée. Cette figure montre donc la composition organique initiale de la vase calcaire dont procède la craie et le résultat de la transformation de cette vase, dans les points où elle est restée calcaire.

5. — Conclusions tirées de l'étude des craies.

Tous les changements qui ont affecté la craie se résument par la production de substances minérales nouvelles et la destruction de formes organiques. Malgré son apparente fraîcheur, cette roche est loin d'avoir conservé sa composition initiale ; elle a commencé son évolution vers un état indéfiniment stable, caractérisé par l'anéantissement total des dépouilles organiques et la transformation de tout le carbonate de chaux en calcite largement cristallisée.

L'histoire des roches calcaires du Crétacé parisien est plus simple que celle des roches siliceuses; toute la métamorphose se ramène à la destruction des formes organiques, par cristallisation plus large de la substance qui les constitue. L'état définitif et stable du carbonate de chaux n'est pas, comme celui de la silice, le résultat d'une longue évolution, dont toutes les phases correspondent à des modalités particulières de l'élément : il est atteint d'emblée.

Les recherches de M. Cayeux permettent d'affirmer que toutes les craies blanches sénoniennes, très pauvres en organismes, étaient à l'origine des boues à Foraminifères, présentant les caractères physiques des boues à Globigérines les plus pures des océans actuels. Mais dans cette comparaison d'un sédiment fossilisé avec un sédiment actuel inaltéré, il faut se représenter ce que fut à l'origine le limon crayeux d'où est issue la craie; c'est ce qu'a parfaitement fait l'auteur, non en se basant sur une série de considérations théoriques, mais en choisissant ses échantillons, en partant de craies qui ont conservé leurs organismes grâce à la présence d'un milieu protecteur (argile, silex, phosphate) (fig. 5). En ne mettant en parallèle que la composition organique originelle de la craie, telle qu'elle est conservée dans ses parties silicifiées ou phosphatées, et celle de la boue à Globigérines considérées toutes deux dans leurs grands traits, il est impossible de ne pas être frappé des analogies de ces deux dépôts.

Les bancs durcis et perforés, qui ont été relevés et étudiés par Hébert avec tant de soin, correspondent à des interruptions dans la sédimentation. Ce sont les *hard grounds* de l'époque crétacée. Comme ces derniers, ils ont pris naissance sur le fond de la mer.

Il faut se garder pourtant de s'exagérer, comme on l'a souvent fait, les relations génétiques de la craie et de la boue à Globigérines. Les conditions physiques dans lesquelles s'est déposée la craie elle-même ne furent pas semblables dans les divers points du bassin de Paris : d'origine pélagique dans le centre du bassin, elle est terrigène dans le N., et M. Cayeux qualifie de *benthogènes* les craies

à Bryozoaires et les craies siliceuses campaniennes du S.-O.

Les craies pélagiques qui présentent les analogies les plus étroites avec les boues à Globigérines doivent ces analogies à l'abondance commune des Foraminifères, mais elles en sont très distinctes par leur faune d'Invertébrés. Ces craies sont d'anciennes boues à Foraminifères qui, dans l'échelle des sédiments du Crétacé, occuperaient la même place que la vase à Globigérines parmi ceux de l'époque actuelle; mais, parmi les conditions qui ont présidé à la formation de la craie, il en est d'essentielles, comme la profondeur, absolument différentes de celles qui concourent à la genèse de la boue à Globigérines. En considérant de très près les genres d'organismes de la craie qui ont persisté jusqu'à nos jours, ils enseignent que les profondeurs auxquelles ils vivent aujourd'hui ne sont pas du tout celles qui correspondent aux aires de dépôt de la vase à Globigérines, mais aux zones des sédiments terrigènes actuels.

Parmi les nombreux genres d'Invertébrés de la craie qui ont persisté jusqu'à nos jours, il n'en est aucun qui vive exclusivement à une profondeur supérieure à 150 brasses, et le plus grand nombre occupent des fonds de moins de 150 brasses; M. Cayeux en conclut que la profondeur du Bassin de Paris est restée inférieure à 150 brasses, même dans les périodes de plus grande dépression, correspondant au dépôt de la craie à *M. c. anguinum* et de la craie blanche à Bélemnitelles. La profondeur maxima du Bassin parisien était ainsi beaucoup plus faible à l'époque crétacée, que la profondeur minima à laquelle on trouve aujourd'hui la boue à Globigérines. Mais la profondeur du Turonien se serait tenue bien au-dessous de cette limite, et diverses parties du Sénonien se trouvent dans les mêmes conditions, si l'on en juge par les courbes des profondeurs des divers niveaux, dans les différentes parties du bassin, tracées par M. Cayeux.

Des arguments d'ordre stratigraphique et tectonique sont également favorables à l'idée de la faible profondeur du Bassin parisien. Tout s'accorde ainsi avec ce fait fondamental, définitivement établi par M. Cayeux, que chaque banc de craie s'est formé dans des conditions spéciales, distinctes, nonobstant leur aspect d'uniformité abyssale. Il en a donné des preuves surabondantes, illustrées par des planches d'une exécution remarquable.

Et c'est ainsi sur des données tout à fait neuves, basées entièrement sur des observations qui lui sont personnelles, que M. Cayeux a pu écrire l'histoire de la mer crétacée du Bassin parisien, si souvent essayée avant lui. Cette mer est aujourd'hui aussi bien connue des géologues qu'aucune mer actuelle des hydrographes. On trouvera dans l'ouvrage de M. Cayeux les documents les plus positifs sur sa profondeur, son étendue, sa faune, ses dépôts, sa température, ses courants superficiels et profonds, et enfin ses relations avec les mers voisines de l'Europe occidentale.

Malgré la variété et l'importance des résultats acquis, il s'en faut cependant que M. Cayeux ait épuisé ce sujet, qui *a priori* pouvait paraître plutôt restreint. Mais il a accumulé tant de faits, ouvert tant d'aperçus nouveaux, qu'on peut dire qu'il a inauguré une voie nouvelle; et incapable de limiter ce sujet, auquel il a su donner tant d'ampleur, M. Cayeux, en terminant, nous promet un second mémoire sur les roches subordonnées à la craie (silex, phosphate de chaux, dolomie), mémoire qui sera la suite et le complément de celui-ci.

Charles Barrois,
Président de la Société géologique de France

DES LAITS DITS MATERNISÉS

DE LEUR FABRICATION ET DE LEUR EMPLOI DANS L'ALLAITEMENT MIXTE ET ARTIFICIEL

Le devoir de toute mère est de nourrir au sein l'enfant qu'elle vient de mettre au monde.

Il arrive parfois cependant que l'allaitement maternel devient insuffisant, ou se trouve rendu impossible, soit parce que la nouvelle accouchée n'a pas de lait ou en a trop peu, soit parce qu'elle est dans un état de maladie ou de faiblesse tel que nourrir son enfant rendrait encore pire son état, ou exposerait le nourrisson à dépérir ou à contracter une affection grave [1]. Dans ces cas l'allaitement mercenaire est de rigueur; mais le prix d'une nourrice est chose coûteuse, et bien des mères ne peuvent y avoir recours. Alors seulement l'allaitement mixte ou artificiel est toléré. Il est encore un cas où l'allaitement mercenaire ne saurait exister et où l'allaitement artificiel seul peut être autorisé : c'est le cas où le nourrisson est ou atteint d'une

[1] C'est ainsi que l'on interdit généralement l'allaitement aux femmes tuberculeuses, aux femmes atteintes de maladies du cœur, et à celles qui ont accouché dans le cours d'une affection aiguë telle que la fièvre typhoïde, la scarlatine, la rougeole, la pneumonie, etc.

affection contagieuse, ou suspect de contagion, de syphilis par exemple, et capable, par ce fait, de contaminer une nourrice saine. C'est encore quand les mères de tels nourrissons n'ont pas de lait, que l'allaitement artificiel s'impose.

Or, si l'allaitement maternel sait trouver un équivalent dans l'allaitement mercenaire, il ne saurait en être de même pour l'allaitement artificiel. Les accoucheurs et les médecins ont toujours insisté sur ce point; aussi n'est-ce qu'exceptionnellement qu'ils autorisent l'allaitement artificiel, c'est-à-dire le biberon.

Si, pour une des causes que nous venons d'énumérer, l'enfant a été mis partiellement [1], ou complètement [2] au biberon, son avenir, jusqu'à ces dernières années, a toujours été douteux, et sa chance de viabilité singulièrement diminuée. Aussi le médecin ne devait-il se résoudre qu'à la dernière extrémité à instituer l'allaitement artificiel.

Jusqu'à ces dernières années la mortalité des enfants élevés artificiellement a été, à tous égards, lamentable, digne de pitié et d'intérêt. Aussi les médecins de tous pays et les accoucheurs ont-ils cherché les moyens d'y porter remède. Après le lait d'ânesse et le lait de chèvre, tété au pis de la bête [3], on est arrivé successivement, avec les progrès de la science, au lait stérilisé, dont notre maître, le Dr Budin, a été l'un des premiers promoteurs en France [4], et aux laits maternisés.

I

On a déjà beaucoup écrit sur le lait stérilisé [5]. Ici même, notre savant maître, le Dr Budin, a longuement traité du lait stérilisé, de sa fabrication et de son mode d'emploi [6].

Les opinions d'un des premiers promoteurs du lait stérilisé pour l'alimentation des nourrissons soumis à l'allaitement mixte, ou à l'allaitement artificiel, sont aujourd'hui universellement répandues, et l'allaitement mixte ou artificiel dans les familles ne saurait plus exister sans l'emploi d'un des appareils de Soxhlet, de Gentile, de Mathieu, etc.

Depuis, des perfectionnements nombreux ont modifié quelque peu l'alimentation des enfants, élevés pour une cause quelconque artificiellement, c'est-à-dire au biberon.

L'emploi rationnel du lait stérilisé d'après les principes si souvent formulés par le docteur Budin, c'est-à-dire l'emploi d'un lait pur, non additionné d'eau, stérilisé au bain-marie, et employé dans les vingt-quatre heures qui suivent la traite, convient à merveille à la plupart des enfants âgés de plus de 2, 3 ou 4 mois. Mais, pour des causes souvent difficiles à expliquer, certains nourrissons, dans les premiers mois qui suivent la naissance, ne parviennent pas à digérer le lait de vache stérilisé ou à se l'assimiler. La substitution d'une bonne nourrice au sein à l'allaitement artificiel peut seule mettre fin à des vomissements ou à des diarrhées rebelles à toute thérapeutique. Or, dans certains cas, comme nous l'avons déjà dit, la nourrice au sein peut ne pas être autorisée ; il faut donc y suppléer, en modifiant d'une façon quelconque le lait de vache, autrement que par la stérilisation. Le problème consistait à transformer le lait de vache en un lait aussi semblable que possible au lait de femme. L'analyse comparée des deux laits suffit à démontrer que le taux des divers éléments qui entrent dans leur composition est essentiellement différent dans le lait de vache et dans le lait de femme. C'est ainsi que, dans ce dernier, la caséine se trouve en quantité moitié moins grande que dans le lait de vache. D'autre part, le lait de femme contient une quantité plus grande de beurre. Nous trouvons également dans le lait de femme deux fois plus de sucre de lait.

	Eau.	Caséine.	Lactose.	Beurre.	Sel.
Lait de femme.	881 ‰	19	60	40	3
Lait de vache .	872	35	50	36	7

Pour rendre le lait de vache identique au lait de femme, il fallait en retirer une partie de la caséine, et y ajouter les quantités requises de beurre et de lactose. C'est dans ce but que certains auteurs [1] proposèrent de couper le lait de vache avec de l'eau bouillie, afin de diminuer sa teneur en caséine, et d'y ajouter une certaine quantité de lactose ou de sirop de sucre. De ce fait, le but cherché n'était qu'imparfaitement atteint, car, si l'on diminuait la richesse du lait en caséine par l'addition d'une certaine quantité d'eau, et si l'on remédiait à son insuffisance en éléments sucrés par l'addition de

[1] Allaitement mixte.

[2] Allaitement artificiel.

[3] Les étables de l'Hôpital des Enfants assistés, créées par le Professeur Parrot, sont aujourd'hui abandonnées. (Cazeaux : *Accouchements*, 9e édition, p. 1157.)

[4] Budin : Communication à l'Académie de Médecine, 1892; Chavane : Thèse de Doctorat, 1893.

[5] Voyez Duclaux : *Annales de l'Institut Pasteur*, 1889, p. 30. — *Ibid.* : 1891, p. 50. — *Ibid.* : 1894, p. 352. — Strauss : *Archives de Médecine expérimentale*, numéro 2, 1890. — Vinay : *Manuel d'asepsie*, 1890. — Arnould : In *Collection Charcot-Debove*, 1894. — A. Rodet : *Lyon Médical*, 23 et 30 décembre 1894, et 6 et 13 janvier 1895. — A. Fraenkel : *Hygien-Rundschau*, numéro 14, 1893. — Gautrelet : *Société médicale et chirurgicale de Paris*, 25 mars 1895. — Soxhlet : *Revue générale des Sciences*, p. 713, 1894. — Budin : *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 92. — Chavane : Thèse de Doctorat, Paris, 93, etc.

[6] Voyez les livraisons de la *Revue générale des Sciences* du 15 novembre et du 15 décembre 1893.

[1] Jacquemier, *in Tarnier et Chantreuil*, p. 910. — Cazeaux : *Accouchements*, 9e édition, revue par Tarnier, p. 1158. — Cumming : On natural and artificial lactation, *American journal of Med.*, t. XXXIV, 2e série, 1858. — Tarnier et Chantreuil : t. I, p. 910 et suivantes.

sucre ou de lactose, on diminuait la richesse du lait en beurre. Or, nous venons de dire que le lait de vache était moins riche en beurre que le lait de femme. Il fallait donc être plus complet et trouver le moyen de ramener à leur juste taux tous les éléments du lait : caséine, beurre et lactose.

II

Les chimistes se sont mis à l'étude. Dès 1893, M. F. Vigier[1] présentait à la Société de Thérapeutique un lait décaséiné, dit lait « humanisé ». Comme nous le dirons bientôt, ce lait ne répondait pas entièrement au desideratum scientifique. En 1894, le Professeur Gaertner, de Vienne[2], trouvait le moyen de modifier mécaniquement le lait de vache pour le rendre semblable au lait de femme. Enfin, tout récemment, au commencement de 1896, le Professeur Backhaus[3], de Kœnigsberg, publiait une nouvelle méthode pour materniser le lait de vache à l'aide de la trypsine et du ferment lab.

Ces diverses préparations sont actuellement dans le commerce, et portent le nom de laits maternisés ou humanisés. Nous croyons intéressant de montrer comment les trois chimistes sont arrivés, par des procédés absolument différents, à réaliser le problème de la *maternisation* du lait de vache.

1. *Lait humanisé de M. F. Vigier.* — C'est la première tentative qui ait été faite. Bien que le résultat obtenu ne soit pas encore parfait, nous croyons cependant intéressant de nous y arrêter un instant. M. F. Vigier traite le lait de vache de la manière suivante[4] :

On prend une certaine quantité de lait de vache aussitôt après la traite, et on y dose sommairement la caséine. Supposons que la quantité de caséine soit de 40 %; il s'agit de la ramener à 20 %, c'est-à-dire à la moitié, sans rien faire perdre au lait de ses autres principes. On divise la quantité de lait en deux parties égales : la première ne subit aucun traitement, la seconde est mise à reposer, et, quand la crème s'est suffisamment réunie à la surface, on la lui enlève et on la met dans la première. Dans ce qui reste de cette seconde partie, on coagule la caséine avec de la présure; on retire le caillot et l'on transvase le sérum dans la première moitié. Le mélange est ensuite décanté dans des flacons de contenances diverses, puis stérilisé à l'autoclave. Telle est la méthode indiquée par M. Vigier en 1893.

Plus récemment, sur le conseil du Dr Marfan, médecin des hôpitaux, M. Vigier a ajouté à son lait « humanisé » quelques grammes de lactose par litre de lait (2 %).

Le lait maternisé de M. Vigier n'est pas parfait, en ce sens que l'on n'a fait qu'enlever 50 % de la caséine, sans élever le taux du beurre, qui est toujours en quantité plus faible dans le lait de vache que dans le lait de femme[1].

2. *Lait maternisé du Professeur Gaertner.* — Le Professeur Gaertner, de Vienne, procède de la façon suivante. Le lait, une fois trait, est refroidi, puis coupé d'un volume égal d'eau bouillie. Le mélange est ensuite écrémé à l'écrémeuse centrifuge[2] comme il sera décrit plus loin. L'analyse chimique du lait a été faite préalablement. Le taux du beurre est évidemment le point le plus important à connaître. Dans ce but on se sert d'un appareil très simple et très pratique : le butyromètre centrifuge du Dr Gerber, de Zurich. Une fois le taux du beurre connu, on pratique l'écrémage, de telle façon que le petit-lait possède toute l'eau qui a été ajoutée au lait pur, plus une petite quantité de l'eau contenue primitivement dans le lait pur, de sorte que le liquide qui s'écoule par le déversoir de la crème est sensiblement plus riche en beurre que le lait primitif; de là le nom de *lait concentré de Gaertner*, qui lui a été donné par certains auteurs. On règle l'écrémeuse de telle façon que le taux du beurre, contenu dans le liquide ainsi obtenu, soit aussi voisin que possible de celui du lait normal de la femme. Mais, si l'on augmente par cette opération le taux du beurre, on diminue de moitié celui de la caséine, car 50 % de la caséine du lait pur s'est mêlé au petit-lait, qui l'a entraîné avec lui. Le lait se trouverait donc transformé, au point de vue de sa constitution chimique, en un lait similaire au lait de la femme, s'il ne lui manquait toutefois quelques grammes de sucre. La correction s'obtient par l'addition de 20 à 25 grammes de lactose par litre de lait[3].

[1] F. Vigier : Communication à la Société de Thérapeutique, 23 janvier 1893.

[2] Gaertner : *Ueber die Erfolge der Fettmilch Nahrung bei gesunden Sauglingen*, Wien, 1896; *Ueber die Herstellung der Fettmilch.* Wien, 1894.

[3] Backhaus : *Eine neue Methode die Kuhmilch der Frauenmilch ahnlicher zu gestalten* Gœttingen, 1896, et *Deutsche Medicinische Wochenschrift*, 1896, et *Berliner Klin. Wochenschrift*, 1895, numéro 26.

[4] F. Vigier : *Loc. cit.*

[1] Marfan : *De l'allaitement artificiel*, Paris, 1896.

[2] Dans le cours d'un voyage récent en Allemagne et en Autriche, nous avons visité différents établissements où l'on fabrique industriellement les laits maternisés des Professeurs Gaertner et Backhaus. Nous avons donc pu étudier sur place les appareils employés et suivre les différentes manipulations.

[3] L'écrémeuse centrifuge a pour but de séparer la crème du petit-lait. Quel que soit l'appareil employé, il se compose de quatre parties essentielles : 1° Un récipient pour le lait à écrémer; 2° une turbine faisant en moyenne 7.000 tours à la minute; 3° et 4° deux pièces en forme de tubes cylindriques (ferblanterie), l'une pour l'écoulement du petit-lait, l'autre pour l'écoulement de la crème.

Le lait ainsi obtenu est décanté dans des flacons de capacités diverses, variant de 150 à 500 grammes. Ceux-ci sont ensuite stérilisés à la température de 105° pendant 25 minutes.

3. *Lait maternisé du Professeur Backhaus.* — Le Professeur Backhaus, de l'Université de Kœnigsberg, procède d'une tout autre façon. Le but cherché est réalisé, non plus par des moyens mécaniques, mais par des moyens chimiques. Il traite le lait de vache par le ferment-lab et la trypsine; il y ajoute ensuite la quantité voulue de lactose et de beurre. Le lait, sitôt trait, est pasteurisé. Une fois refroidi, il est écrémé à l'écrémeuse centrifuge; le petit-lait, entièrement débarrassé des principes gras par l'écrémage, est placé dans une bassine où il est chauffé à 35°, mélangé à une dose déterminée de ferment-lab. Le lait subit l'action du ferment pendant vingt-cinq minutes environ. Au bout de ce temps, une partie de la caséine, à peu près 50 °/₀, contenue dans le petit-lait, se précipite sous forme de petits grumeaux; le reste de la caséine demeure en suspension dans le petit-lait sous forme de propeptone, c'est-à-dire de caséine en partie digérée. Après la fermentation tryptique, le petit-lait est passé au travers d'un filtre très fin qui laisse passer le petit-lait et arrête les grumeaux de caséine coagulée. Le petit-lait est ainsi décaséiné en proportions voulues. Il y reste environ 1,80 °/₀ de caséine. Mais le lait a été préalablement écrémé : on prélève sur la crème la quantité de beurre nécessaire, correspondant au taux normal, indiqué par l'analyse du lait de femme. Celui-ci, additionné de la quantité nécessaire de lactose (20 à 25 grammes par litre) est mélangé au petit-lait au moyen de l'appareil centrifugeur. On décante le lait ainsi obtenu, dans des flacons gradués, que l'on bouche à l'aide d'une capsule en caoutchouc, analogue à celle de l'appareil de Soxhlet; on les stérilise ensuite dans un autoclave à la température de 105° pendant vingt-cinq minutes.

Le lait ainsi obtenu offre une composition chimique absolument analogue à celle du lait de femme, avec cette différence, toutefois, comme l'ont fait remarquer MM. Budin et Michel[1], que la caséine du lait de vache n'a pas tout à fait les mêmes réactions chimiques que la caséine du lait de femme. Ainsi stérilisé, le lait maternisé du professeur Backhaus peut se conserver pendant plusieurs semaines, mais il est recommandé de ne l'employer que dans les vingt-quatre à trente-six heures qui suivent la fabrication, et cela, afin d'éviter la séparation de la crème.

Qu'il s'agisse du lait de Gaertner ou de Backhaus, deux conditions sont indispensables pour obtenir les résultats désirables. Les professeurs Gaertner et Backhaus sont l'un et l'autre unanimes sur ces deux points, et ils répètent dans toutes leurs communications les deux recommandations suivantes :

1° *Il faut que le lait soit maternisé dans la demi-heure qui suit la traite;*

2° *Il faut que le lait maternisé soit employé dans les vingt-quatre heures qui suivent sa fabrication.*

III

Tels sont les premiers travaux qui ont été faits en vue de la transformation du lait de vache en un lait s'approchant autant que possible du lait de femme. Cependant le laboratoire de la Maternité de Paris ne chômait pas. MM. les Drs P. Budin et Michel[1] viennent de terminer la publication d'un très important mémoire sur l'alimentation des enfants débiles, par l'emploi des produits de digestion artificielle du lait de vache. Ces auteurs sont partis d'un point de vue tout différent de celui de Vigier, de Gaertner et de Backhaus. Ils ont remarqué, par l'examen chimique des excréta de certains enfants débiles, nés avant terme ou cachectiques, que les matières albuminoïdes n'étaient qu'imparfaitement digérées, et par conséquent, insuffisamment assimilées, alors même que ces nourrissons étaient alimentés d'une façon exclusive au lait de femme (Service des débiles à la Maternité). Pour faciliter la digestion des matières albuminoïdes, pour assurer l'assimilation de ces matières, en un mot, pour permettre aux nourrissons de profiter de l'alimentation qui leur est donnée, MM. Budin et Michel ont pensé qu'il serait possible de préparer des laits en partie digérés, qui posséderaient par ce fait des propriétés assimilatrices plus grandes. Ils ont observé, en effet, que chez les nourrissons débiles, la digestion intestinale est, de toutes les fonctions du tube digestif, la moins développée. L'observation et l'expérimentation ont donc amené MM. Budin et Michel à la fabrication de laits destinés à remédier à l'insuffisance des fonctions digestives des nourrissons prématurés. Ces laits en partie digérés, — qui peuvent, le cas échéant, être employés pour l'alimentation de nourrissons bien portants, qui pour une cause quelconque viennent à être privés de leur nourrice au sein, — n'ont été donnés jusqu'à présent qu'à des débiles, nés avant terme ou devenus cachectiques par suite d'une alimentation défectueuse.

Nous renvoyons le lecteur aux numéros du

[1] P. Budin et Michel : In l'*Obstétrique*, numéro 2, 15 mars.

[1] P. Budin et Ch. Michel : Recherches sur l'alimentation des enfants débiles. Emploi des produits de digestion artificielle du lait de vache. In l'*Obstétrique*, numéro 2, 15 mars 1897, et n° 3 du 15 mai 1897.

15 mars et du 15 mai 1897 de l'*Obstétrique*, pour la description in extenso de la préparation des laits dits *digérés* que préparent au laboratoire de la Maternité MM. Budin et Michel. Nous croyons cependant indispensable de donner, dans cet article sur les laits dits « *maternisés* », une description rapide de la fabrication de ce nouvel aliment.

Le point de départ de la nouvelle méthode a été indiqué par M. Michel dans un article paru dans l'*Obstétrique* en janvier 1896. Les essais qui ont abouti à la préparation actuelle ont commencé par la *peptonisation* du lait de vache. Voici comment on procéda au début. Du lait de vache de bonne qualité, préalablement stérilisé à l'autoclave dans des matras de deux litres, fut additionné, après refroidissement à 40°, de 30 centimètres cubes de la solution suivante :

Acide chlorhydrique réel. . . .	6	grammes.
Pepsine extractive.	2	—
Eau distillée.	110	—

On porta le mélange dans l'étuve de Roux à 40°, en laissant digérer pendant 8 heures ; puis on chauffa à 100° pour arrêter l'action du ferment digestif et pour coaguler les albumines non digérées. On neutralisa le mélange avec du bicarbonate de soude et on le filtra sur un papier Chardin. Le liquide obtenu était clair. On le transvasait dans des flacons d'une contenance variant de 100 à 200 centimètres cubes et on stérilisait au bain-marie. Il devait être employé dans les vingt-quatre heures.

La préparation ainsi obtenue ne contenait pas de graisse. L'analyse chimique donnait pour un litre :

Azote.	3 gr. 60	23 gr. d'albumine digérée.
Lactose		55 gr. 00
Sels minéraux		6 gr. 20
Extrait sec.		84 gr. 40

La préparation n'était pas satisfaisante ; elle contenait, il est vrai, la caséine sous la forme de *propeptone*, mais elle manquait de principes gras. On chercha alors à digérer les principes gras du lait. On dut avoir recours au suc pancréatique. MM. Michel et Budin obtiennent un suc pancréatique suffisamment actif en faisant macérer du pancréas de veau frais haché menu dans une solution d'eau chloroformée à saturation. On laisse macérer pendant vingt-quatre heures et on filtre le liquide. On prélève 50 centimètres cubes du liquide pancréatique, que l'on ajoute à un litre de lait, préalablement stérilisé à l'autoclave. On laisse digérer pendant une heure à l'étuve de Roux. Après que la digestion artificielle s'est opérée, on ajoute à la préparation obtenue le mélange suivant :

Lactose.	24	grammes.
Sirop de sucre	50	—
Eau : Q. S. pour faire.	500	c. c.

Le mélange est ensuite décanté dans des flacons de 100 à 200 centimètres cubes qui sont stérilisés au bain-marie [1]. L'analyse chimique du lait ainsi digéré donne les chiffres suivants :

Lactose . . .	46 gr. 60	67 gr. 40 de matières sucrées
Sucre	20 gr. 80	
Beurre.		26 gr. 00
Matières albuminoïdes.		23 gr. 60
Sels minéraux.		4 gr. 50

Cette composition n'est pas encore celle du lait de femme, mais elle s'en rapprochait suffisamment pour le but que se proposaient d'atteindre MM. Budin et Michel. Il est très facile, du reste, de parfaire la ressemblance.

IV

Connaissant les principaux moyens employés dans l'industrie dans le but de donner au lait de vache une composition chimique aussi voisine que possible de celle du lait de femme, nous devons maintenant nous demander quelle est la valeur respective de ces divers laits maternisés?

Il convient de faire parmi eux deux catégories : d'une part, les laits de Backhaus, de Gaertner ; d'autre part, les laits thérapeutiques de Budin et Michel. Les laits de Backhaus et de Gaertner s'adressent plutôt aux nourrissons bien portants, et doivent suppléer à l'allaitement au sein de la mère ou de la nourrice. Les laits de Budin et Michel ont été employés jusqu'ici, pour ainsi dire exclusivement, à nourrir des enfants débiles. Les statistiques, au point de vue des résultats obtenus par l'emploi des laits de Gaertner et de Backhaus, sont satisfaisantes [2]. Le Professeur Gaertner a publié trente observations d'enfants élevés artificiellement avec son lait maternisé et suivis de très près dans un dispensaire à Vienne. Nous y voyons des enfants qui ont augmenté d'une moyenne de 20, 21, 24, 26, 27, 29 et 30 grammes par jour. Ces enfants ont été suivis pendant un laps de temps variant de six semaines à trois mois. Dans une statistique plus récente encore, le Dr Boissard [3], médecin en chef de l'Asile municipal Ledru-Rollin, nous montre des courbes d'enfants soumis à l'allaitement mixte (lait de la mère, lait maternisé), d'autres soumis au lait maternisé et au lait stérilisé. Mais les chiffres que nous y lisons ne résument qu'un traitement de trop courte durée. On peut y constater cependant, avec une certaine surprise, que certains enfants ont toléré le lait de vache pur stérilisé, alors qu'ils ne supportaient ni le lait maternisé, ni le lait maternel. Le tube digestif des nourrissons nous offre encore de ces bizarreries qu'il est difficile d'expliquer.

[1] A la température de 100° le chloroforme employé pour la macération du pancréas est volatilisé.

[2] Gaertner : *Ueber die in dem Ambulatorium des Herrn Dozenten Dr Fruhwald mit den Fettmilch erzielten Ernahrungverfolge*, Vienne, 1895.

[3] In l'*Obstétrique*, numéro du 15 janvier 1897.

Quant aux laits thérapeutiques de MM. Budin et Michel, les observations déjà recueillies et l'expérimentation sur les animaux, en attestent toute l'importance.

La fabrication de ces produits, encore peu étendue et confiée jusqu'à présent aux chimistes de nos laboratoires, s'étendra probablement sous peu à l'industrie, qui en propagera les bienfaits.

Mais le dernier mot de la question n'est pas dit : l'avenir nous réserve probablement des surprises, dont pourront profiter les nourrissons privés pour une cause quelconque des produits du sein maternel, produits que l'on devra s'efforcer d'imiter et non de remplacer. **Henri de Rothschild.**

REVUE ANNUELLE D'ASTRONOMIE

A défaut de découvertes astronomiques de premier ordre, l'année 1896 a vu paraître des travaux importants, des recherches pleines d'intérêt, qui assurent à la Science une marche rapide : pour les exposer nous commencerons par ce qui est relatif au Soleil et aux corps qui constituent le système solaire.

I. — Le Soleil.

1. *Taches solaires.* — On admet généralement que, dans les taches solaires, la matière lumineuse se trouve à un niveau inférieur au niveau général de la surface du Soleil. Ce fait fut clairement mis en évidence par le Dr Wilson, en 1769, et sa démonstration est basée sur les aspects successifs que présente ordinairement une tache qui traverse le disque solaire.

Comme cette manière de considérer les taches, regardées alors comme des cavités, est sujette à diverses objections, il était intéressant de vérifier à nouveau la théorie de Wilson; et c'est ce que vient de faire le professeur Ricco, directeur de l'Observatoire de Catane, au moyen de 18.000 dessins de taches qu'il a pu obtenir dans les onze dernières années.

Sur un total de 3.324 taches, il en a choisi 185 dont la pénombre était parfaitement centrée sur le noyau au moment de leur passage vers le milieu du disque.

Parmi ces dernières, 36 n'autorisent aucune conclusion, mais, sur les 149 restantes, 86 °/₀ sont favorables à la théorie de Wilson; et ce résultat est d'accord avec ceux déjà obtenus par De la Rue, Stewart, le P. Secchi, Tacchini, etc.

Une discussion analogue des observations faites à Stonyhurst (Angleterre), par le P. Sidgreaves, a donné 75 taches sur 100 favorables à la théorie de Wilson.

Il est d'ailleurs évident que, de la largeur apparente de la pénombre à un moment donné, on peut déduire la profondeur de la cavité : au moyen de ses mesures de la largeur de la pénombre, M. Ricco trouve 1.037 kilomètres pour la profondeur moyenne des taches.

2. *Rotation du Soleil déduite des facules.* — L'observation des taches solaires a montré à Carrington (1863) que la vitesse de rotation de la surface du Soleil, déduite de l'observation des taches, diminue quand la latitude augmente; et ce fait capital sert de base à l'explication cyclonique de l'origine des taches (théorie de M. Faye). Aussi les astronomes furent vivement surpris par les conclusions d'un mémoire de M. Wilsing (1888), annonçant que la durée de rotation déduite de l'observation des facules, est la même à toutes les latitudes.

Aussitôt divers observateurs, particulièrement M. Bélopolsky, utilisèrent leurs photographies solaires pour discuter la même question, qui ne put être complètement élucidée.

M. Stratonoff, à son tour, utilisant les clichés obtenus à Poulkova depuis 1891, a déterminé à nouveau, au moyen des facules, la vitesse de rotation de la surface du Soleil; il trouve, comme avec les taches, que la vitesse déduite des facules diminue en allant de l'équateur vers les pôles. D'ailleurs la vitesse donnée par les facules est toujours supérieure à celle que donnent les taches; et cette dernière est elle-même plus grande que la vitesse de rotation fournie par le spectroscope (Duner).

3. *Activité solaire. Variations du diamètre du Soleil.* — L'activité de la surface solaire, manifestée par les taches et par les facules, a continué à diminuer, toutefois en présentant, comme à l'ordinaire, une marche un peu irrégulière. Ainsi, M. Guillaume, de Lyon, qui suit avec beaucoup de soin l'état de la surface solaire, signale un minimum secondaire bien accusé qui s'est produit en mai 1896.

Depuis longtemps on a pensé que le diamètre solaire peut présenter des variations en rapport avec les taches, les facules, etc. M. Sykora, de l'Observatoire de Kharkof, a publié le résultat des recherches qu'il a entreprises en vue d'élucider cette question. Il conclut que les taches produisent dans leur voisinage une sorte de soulèvement de la surface solaire; en effet, les diamètres aboutissant aux régions qu'elles occupent sont généralement plus grands que ceux qui correspondent aux régions

voisines, ou que ceux qu'on mesure, dans la même direction, la veille ou le lendemain.

4. *Spectre solaire.* — La raie de l'hélium, signalée depuis longtemps dans le spectre solaire au voisinage de D, et plusieurs autres raies brillantes n'avaient pu être retrouvées dans le spectre des corps terrestres. On sait comment, à la suite de la découverte de l'argon, l'hélium a été découvert à son tour dans le gaz de la clévéite. Le spectre du même gaz a présenté, notamment à M. Deslandres, quelques-unes des raies solaires qui n'avaient pas encore été identifiées, et il ne reste plus aujourd'hui, dans le spectre solaire, qu'une seule raie permanente qui n'ait pas encore été reconnue sur la Terre : c'est la raie de la couronne ($\lambda = 531$), ou, comme on a dit déjà, la raie du *coronium*.

5. *Éclipse totale de Soleil du 8 août 1896.* — Cette éclipse était observable au nord de la Suède, au nord-est de la Sibérie et au Japon. Parmi les nombreuses missions organisées pour l'observer, celles de Sibérie ont seules été favorisées par le beau temps. Cependant, une mission française, installée au Japon et dirigée par M. Deslandres, a pu obtenir diverses photographies de la couronne; elles confirment cette loi déjà indiquée antérieurement : les variations périodiques des taches, qui sont suivies par les protubérances, s'étendent aussi à la couronne. Par suite, elles s'étendent à l'atmosphère solaire tout entière.

6. *Influence des taches solaires sur les phénomènes terrestres.* — L'influence des taches solaires sur le magnétisme de notre globe est aujourd'hui complètement hors de doute. Mais d'autres phénomènes terrestres paraissent être également en relation avec l'activité solaire.

Sans parler des recherches peu concluantes tendant à établir une relation entre le nombre, l'étendue des taches solaires et le prix du blé (W. Herschel), les crises commerciales (Jevons), l'ozone atmosphérique (Moffat), rappelons que, d'après Meldrum, la quantité moyenne d'eau qui tombe annuellement à la surface de la Terre serait plus grande dans la période du maxima des taches.

Beaucoup d'astronomes ont signalé des coïncidences entre des cyclones terrestres et le passage de taches ou de facules solaires remarquables par telle ou telle région du disque du Soleil. D'après M. Brillouin, toute *entrée* de taches, surtout entourées de facules étendues et éclatantes, produit dans les vingt-quatre heures un trouble rapide et étendu dans la circulation de notre atmosphère. Le plus souvent ce trouble est limité aux plus hautes régions de l'atmosphère et consiste uniquement dans la projection de nombreux jets de cirrus en plumes déliées ou en fusées, émanant des régions de basses pressions et se précipitant rapidement vers les hautes pressions, sans modification sensible de la pression générale. Ce flot de cirrus se produit tout le long de la rive droite (hémisphère nord) du courant équatorial qui longe ordinairement les côtes ouest et nord-ouest de l'Europe.

Mais, en certains points particuliers du bord de ce courant, le trouble peut se produire dans les régions inférieures de l'atmosphère et influencer alors considérablement les conditions météorologiques de ces points.

On ne saurait trop recommander aux amateurs astronomes et météorologistes, munis de lunettes de force moyenne, l'exploitation de cette mine qui s'annonce comme très riche en observations du plus haut intérêt.

Reste à savoir comment se transmet, à de telles distances, l'influence solaire. Les expériences de Hertz et de ses successeurs ont montré que les longueurs d'onde des oscillations électriques ne sont plus séparées de celles des rayons infra-rouges que par une lacune insignifiante. L'existence des radiations électriques émanant du Soleil est donc vraisemblable *a priori*. MM. Wilsing et Scheiner ont cherché à en démontrer la réalité et, pour cela, ont fait usage d'un appareil fondé sur une propriété curieuse des oscillations électriques, signalée par M. Lodge : c'est la diminution de résistance qu'elles produisent au point de contact de deux métaux. Ces essais n'ont donné jusqu'ici que des résultats négatifs, c'est-à-dire qu'on n'a pu constater l'existence de radiations électriques solaires; mais il est possible que ces variations, si elles existent, soient arrêtées en grande partie par l'atmosphère terrestre.

7. *Lumière zodiacale.* — La lumière zodiacale est un fuseau lumineux couché le long du zodiaque, et que sa faiblesse rend difficile à observer. Elle est considérée par les uns comme due à une continuation de l'atmosphère du Soleil, tandis que d'autres attribuent son apparence à de la lumière solaire réfléchie par des myriades de particules météoriques se mouvant autour du Soleil, à peu près dans le plan de l'écliptique.

On comprend que, pour décider entre ces deux opinions, il importe de savoir si l'axe du fuseau est dans l'écliptique ou s'il se rapproche davantage de l'équateur solaire. Houzeau, qui avait beaucoup observé ce phénomène dans les régions équatoriales (Jamaïque, etc.), trouvait que cet axe coïncide plutôt avec l'écliptique. De son côté M. Marchand, profitant de la grande pureté de l'atmosphère au sommet du Pic du Midi, a observé avec soin ce

phénomène et trouve que son axe coïncide sensiblement avec la trace du plan de l'équateur solaire. D'ailleurs ses observations, poursuivies depuis 1892, confirment nettement ce fait, déjà énoncé, que la lumière zodiacale fait le tour entier de la sphère céleste : la Terre se trouve donc, parfois du moins, plongée complètement dans la matière qui produit la lumière zodiacale.

8. *Parallaxe du Soleil.* — La troisième loi de Képler permet de calculer les distances des diverses planètes au Soleil en prenant pour unité l'une d'elles, ordinairement la distance de la Terre au Soleil. Afin de pouvoir passer aux distances absolues, il est indispensable de déterminer la valeur de cette unité, en kilomètres par exemple.

Parmi les méthodes employées à cet effet, la plus connue est celle qui est basée sur l'observation des passages de Vénus devant le Soleil; mais il en est d'autres qui peuvent être employées plus fréquemment et qui sont au moins tout aussi précises : telle est celle dans laquelle on détermine la parallaxe diurne des diverses petites planètes qui approchent le plus de la Terre.

Cette méthode, appliquée aux petites planètes Victoria, Sapho et Iris, a conduit M. Gill, pour la parallaxe π du Soleil, aux résultats suivants dont la concordance est vraiment merveilleuse :

Victoria	$\pi = 8''8013 \pm 0''0061$
Sapho.	$8,7981 \pm 0,0114$
Iris	$8,8120 \pm 0,0090$

ce qui donne en moyenne $\pi = 8'',8036 \pm 0'',0046$.

Une autre méthode, basée sur l'inégalité parallactique de la Lune, a donné à M. Newcomb la valeur $\pi = 8'',802$.

Finalement M. Gill adopte la valeur $\pi = 8'',800 \pm 0'',004$.

Si pour le rayon équatorial de la Terre on adopte la valeur de Clarke, ou 6.378.249 mètres, cette parallaxe solaire donne 149.465.000 kilomètres pour la distance moyenne de la Terre au Soleil.

II. — La Lune.

Les revues précédentes ont déjà signalé les belles photographies lunaires obtenues par MM. Lœwy et Puiseux à l'Observatoire de Paris. Ces photographies, agrandies puis magnifiquement reproduites en photogravure, doivent former un atlas lunaire complet dont deux fascicules ont déjà paru.

En même temps les auteurs ont tenté de remonter à la cause physique des accidents présentés par le sol lunaire, et l'on peut résumer à peu près ainsi leurs vues sur la manière dont les choses ont dû se passer :

I. Admettant à l'origine un état de fluidité complète, il a dû se former d'abord à la surface des scories qui se sont agglomérées en bancs plus ou moins étendus, souvent disloqués par les courants, mais dont les lignes de jonction et les lignes de rupture ont laissé des traces encore apparentes et nombreuses.

II. Une écorce continue s'étant formée ensuite, le liquide intérieur, qui n'avait plus d'issue, a produit des crevasses par lesquelles la lave s'est épanchée, recouvrant certaines parties qui ont conservé l'aspect de plaines unies.

III. L'écorce s'est trouvée plus tard assez solide pour résister aux pressions intérieures; mais il s'est produit des intumescences, suivies d'effondrements.

IV. Alors apparaît une nouvelle période, celle des affaissements généraux, donnant naissance aux dépressions connues sous le nom de mers.

V. Enfin, dans une période volcanique plus récente, les éruptions ne sont plus que temporaires et limitées à des orifices de peu d'étendue : c'est ainsi que se seraient formées les traînées blanches si remarquables issues de Tycho, de Képler, d'Aristarque, etc. Comme elles s'étendent à des distances énormes, laissant intact le relief des régions qu'elles traversent, il paraît difficile que ce transport de matières, de cendres par exemple, ait pu se produire sans l'intervention d'une atmosphère alors assez importante.

Mais aujourd'hui cette atmosphère, si elle existe encore, doit être bien faible; et l'absence de glaces montre que toute l'humidité libre de la surface avait déjà disparu, avant même que les régions polaires fussent tombées à une température inférieure à zéro.

III. — Vénus.

Depuis que M. Schiaparelli a annoncé (1890) que la durée de rotation de Vénus est de 225 jours, et non de 24 heures comme on l'a cru si longtemps, les astronomes placés dans les meilleures conditions atmosphériques ont cherché à contrôler ce résultat. Mais l'accord est loin d'être établi, les uns tenant pour l'ancienne valeur et les autres pour la nouvelle. Ajoutons que ceux qui se rangent à l'opinion de M. Schiaparelli deviennent de plus en plus nombreux. Cependant un habile observateur, M. Brenner, installé sous le climat éminemment favorable de l'Illyrie, est encore convaincu que la durée de rotation est voisine de 24 heures.

IV. — Mars.

L'observation attentive de cette planète a confirmé les brillantes découvertes de M. Schiaparelli, notamment l'existence des canaux et leur dédou-

blement. Toutefois les conditions dans lesquelles se produit cette gémination ne sont pas encore connues.

L'avant-dernière opposition de cette planète a présenté un phénomène qui n'avait pas encore été observé, la disparition de la tache polaire australe. Les taches polaires paraissent dues à des calottes de glace que l'on voit diminuer considérablement à tous leurs étés et augmenter à tous leurs hivers, mais dont on n'avait jamais noté la fusion complète. Ce phénomène a été reconnu notamment par M. Percival Lowell qui, dans le but d'observer spécialement la planète Mars, avait installé une puissante lunette à grande altitude, à Flagstaff (Arizona), dans un site dont les conditions atmosphériques sont des plus favorables.

V. — Jupiter.

L'éclat des satellites de Jupiter présente une certaine variabilité, notée déjà par Galilée. Elle s'explique par des taches que présente la surface des satellites et dont l'une fut aperçue, sur le satellite III, par J.-D. Cassini, en 1694. En suivant attentivement ces variations d'éclat, dont la période fut trouvée à peu près égale à celle de la révolution du satellite autour de la planète, Cassini conclut que, comme notre Lune, ces satellites ont une durée de rotation sur eux-mêmes égale à leur durée de révolution autour de Jupiter.

Ce résultat, confirmé par divers observateurs, notamment par Schröter, et plus tard par Engelmann pour le satellite III, paraissait un peu tombé dans l'oubli quand, il y a quelques jours à peine, une dépêche a annoncé que les observations de M. Douglass venaient de mettre le même fait en évidence. Voici d'ailleurs les durées de révolution, mises en comparaison avec les durées de rotation trouvées par M. Douglass :

	DURÉES DE RÉVOLUTION				DURÉES DE ROTATION (Douglass)	
Satellite III . .	7^j	3^h	$42'$	$33'' 4$	7^j	$3^h 1 \pm 1^h 2$
— IV . .	16	16	32	11,2	16	$16,7 \pm 2,7$

VI. — Petites Planètes.

L'essaim des petites planètes qui circulent entre les orbites de Mars et de Jupiter s'est accru, en 1896, de 23 astres nouveaux, portant le nombre total de ces astéroïdes à 427. Dans ce nombre de 427 ne sont pas comprises environ 20 planètes qui, lors de leur découverte, n'ont pas été observées suffisamment pour qu'il soit possible de calculer leur orbite. Les 23 astres trouvés en 1896 l'ont été, au moyen de la photographie, par M. Charlois à Nice et par M. Max Wolf à Heidelberg; M. Witt, à Berlin, en a également trouvé un.

Après avoir inauguré la recherche des petites planètes par la photographie, en 1890, M. Max Wolf abandonne aujourd'hui ce genre de travaux et donne un résumé de ce qu'il a fait : ses clichés ont été généralement obtenus avec une lentille à portrait, de 6 pouces d'ouverture; et, d'après M. Schœberle, la grandeur limite des étoiles ainsi photographiées (non des planètes, à cause de leur déplacement sur la plaque) n'est pas inférieure à celle des étoiles visibles dans la grande lunette de 36 pouces de l'Observatoire de Lick; cependant, celle-ci est située à 1.500 mètres d'altitude, tandis que les photographies de M. Max Wolf ont été obtenues sur les bords du Rhin.

VII. — Comètes.

En 1896, on a découvert les comètes suivantes :

Comète *a* 1896 = 1896 I [1], découverte le 14 février à l'Observatoire de Lick, par M. Perrine, et, le lendemain, par M. Lamp, à l'Observatoire de Kiel. Son passage au périhélie avait déjà eu lieu (1er février).

Comète *b* 1896 = 1896 III [2], découverte par M. Swift à Echo Mountain (Californie), le 13 avril; elle a passé au périhélie le 18 avril.

Comète *c* 1896 = 1896 VI. C'est le premier retour de la comète périodique Brooks (1889 V); calculée par M. Bauschinger, elle a été retrouvée par M. Javelle à Nice, le 20 juin.

Comète *d* 1896 = 1896 V. Cette comète, découverte à Nice par M. Giacobini le 28 octobre, est périodique et a une durée de révolution de 8 ans; elle est toujours restée très faible.

Comète *e* 1896 = 1896 IV, découverte par M. Sperra, le 31 août, à Randolph (Ohio), et par M. Brooks à Geneva, le 4 septembre. Elle a passé au périhélie le 11 juillet.

Comète *f* 1896 = 1897 I, découverte par M. Perrine à l'Observatoire de Lick, le 2 novembre; elle a passé au périhélie beaucoup plus tard, le 8 février 1897.

Comète *g* 1896 = 1896 VII, découverte également par M. Perrine, qui en a ainsi découvert trois dans la même année. Elle avait déjà passé au périhélie depuis 13 jours; elle est périodique et la durée de sa révolution est de 6 ans, 441.

Enfin, le 20 septembre 1896, M. Swift, à Echo Mountain, aperçut près du Soleil une comète qui n'a

[1] On connaît le sens de la double notation employée pour désigner les comètes : les lettres *a*, *b*, *c*... indiquent l'ordre dans lequel elles ont été découvertes, tandis que les chiffres romains I, II, III... indiquent l'ordre de leurs passages au périhélie.

[2] La comète 1896 II est la comète périodique de M. Faye, déjà retrouvée en 1895.

pas été suffisamment observée pour qu'il soit possible de calculer son orbite.

Parmi ces comètes, celle de M. Giacobini (1896 V) et la dernière de M. Perrine (1896 VII) offrent un intérêt spécial :

La comète Giacobini paraît être en connexion intime avec la comète de M. Faye; toutefois (à cause du désaccord entre les durées de révolution obtenues d'un côté par MM. Perrotin et Giacobini, de l'autre par les astronomes américains), on ne peut pas affirmer que ces deux astres appartiennent à la même famille.

La comète Perrine (1896 VII) a le plan de son orbite en coïncidence presque parfaite avec celui de l'orbite de la comète de Biéla; mais l'application du critérium de Tisserand montre que les deux comètes ne sont pas identiques. La coïncidence des plans des orbites tient-elle au hasard? Pour l'expliquer, M. Ristenpart a émis l'opinion que ces deux astres proviennent d'une comète mère, divisée par une action violente, et dont les deux fragments seraient restés dans le plan de l'orbite de la comète primitive.

Depuis les travaux de MM. Schiaparelli, E. Weiss et Le Verrier, les astronomes sont devenus familiers avec les curieuses transformations que peuvent éprouver les comètes.

Il y a peu d'années, le regretté Tisserand publia une étude très appréciée sur la capture des comètes, et fit connaître le remarquable critérium dont nous venons de parler, permettant de grouper les comètes périodiques par familles ; et, par son emploi, M. Schulhof a pu mettre en lumière les groupements dont nous parlons.

M. Callandreau, de son côté, a pris une large part aux travaux de ce genre, et tout récemment, il a cherché à apprécier d'une manière plus nette l'influence dissolvante du Soleil ou d'une grosse planète sur une comète : cette désagrégation des comètes, souvent invoquée, réclamait l'étude mathématique plus précise que M. Callandreau vient de faire.

VIII. — Transport du Système solaire dans l'espace.

Dès que l'existence des mouvements propres de certaines étoiles fut nettement établie (Cassini II, 1738), on pensa que ces déplacements pouvaient tenir, en partie du moins, à un mouvement du Soleil entraînant tout notre système dans l'espace.

Cette idée, assez vague chez Fontenelle et chez Cassini II, se précise chez Bradley (1748) et chez Lambert (1761). Cependant, Tobie Mayer trouva que l'examen des mouvements propres stellaires par lui déterminés était défavorable à l'hypothèse du mouvement propre du Soleil.

Le premier essai tenté pour déterminer la direction de ce mouvement fut fait en 1781 par P. Prévost, bien oublié aujourd'hui comme astronome, et qui observa quelque temps à l'Ecole militaire. Mais cette idée du mouvement propre du Soleil ne prit dans la Science la place qu'elle mérite, qu'après un travail de W. Herschel, publié en 1783.

Depuis lors, la recherche de la direction et de la vitesse de ce transport a suscité des travaux très nombreux; mais il faut avouer qu'ils n'ont pas beaucoup avancé nos connaissances sur ce point. L'existence de ce mouvement n'est pas douteuse, et il paraît bien prouvé que l'ascension droite de l'*apex* du Soleil, c'est-à-dire du point vers lequel il se transporte, diffère peu de 270°; mais pour la déclinaison de cet apex, que d'ordinaire on suppose voisine de + 30°, les résultats sont fort discordants, puisque dans un travail récent M. Kobold trouve cette déclinaison égale à — 3° environ.

Voici, du reste, les coordonnées de cet apex obtenues par divers astronomes (tableau I) :

Tableau I. — Coordonnées de l'apex du Soleil.

	ANNÉES	ASCENSION DROITE	DÉCLINAISON
P. Prévost. . . .	1781	230°	+ 25°
W. Herschel. . .	1783	260,35′	+ 26,17
Olbers	1821	269,23	+ 68,40
Argelander . . .	1839	259,48	+ 32,30
O. Struve	1844	261,23	+ 37,36
Plana	1852	260,11	+ 36,54
Mädler.	1856	261,39	+ 39,54
Airy.	1860	261,29	+ 24,44
L. Struve	1887	273,21	+ 27,19
Kobold	1895	266,30	— 3,5

Ajoutons, toutefois, que le grand écart présenté en déclinaison par le résultat de M. Kobold paraît tenir surtout à la méthode employée. D'ailleurs, on ne pourra guère obtenir une valeur sûre que lorsque l'on connaîtra en plus grand nombre les mouvements propres des étoiles australes. En attendant, il semble qu'on peut admettre, pour les coordonnées de l'apex du Soleil, les valeurs suivantes :

Ascension droite : $267° = 17^h48'$: déclinaison : $+30°$.

La vitesse de translation est beaucoup plus incertaine encore que la direction du mouvement. D'après M. O. Struve, l'espace parcouru par le Soleil en un an serait $\frac{1}{600.000}$ de la distance moyenne des étoiles de première grandeur, distance qui correspondrait à une parallaxe à 0″,083,

ce qui donnerait une vitesse d'environ 20 kilomètres par seconde.

L'emploi des déplacements des étoiles suivant le rayon visuel, déterminés par la méthode Döppler-Fizeau[1], a conduit M. Vogel à une vitesse de 12 kilomètres par seconde. Mais le nombre des étoiles pour lesquelles on connaît ces déplacements, est encore trop restreint pour qu'on puisse attribuer à ce résultat une bien grande exactitude : M. Vogel a trouvé pour son erreur probable ± 3 kilomètres.

De son côté, le regretté Tisserand[2] avait déduit cette vitesse des vitesses radiales de 14 nébuleuses, obtenues par M. Keeler, et avait été conduit au chiffre de 15 kilomètres : on voit que c'est la valeur moyenne que l'on peut admettre aujourd'hui.

IX. — Le Catalogue et la Carte photographiques du Ciel.

Les bases de cette entreprise furent posées dans un Congrès réuni à Paris en 1887. Dans deux autres réunions, en 1889 et 1891, on fixa les méthodes à suivre. Enfin une nouvelle réunion a eu lieu à Paris en 1896.

Le travail photographique du Catalogue (étoiles jusqu'à la grandeur 11 inclusivement) est achevé ou très avancé presque partout. Lorsque les mesures et les calculs seront terminés, les astronomes auront entre leurs mains un catalogue précis de plus de 2 millions d'étoiles, qui facilitera singulièrement l'observation des astres mobiles, comètes et petites planètes. Et, repris cent ans plus tard, ce travail fera connaître les mouvements propres d'un grand nombre d'étoiles, permettant ainsi de résoudre les plus intéressantes questions sur la constitution de l'Univers, notamment celle du transport du Système solaire dans l'espace.

Mais le travail de la carte proprement dite (étoiles jusqu'à la grandeur 14 inclusivement) est beaucoup moins avancé, parce qu'il faut des durées de pose beaucoup plus longues et, par suite, des circonstances atmosphériques bien plus rares.

X. — Commission internationale des étoiles fondamentales.

Le but supérieur de l'Astronomie est de nous faire connaître les lois qui régissent les mouvements célestes. Aussi les astronomes déterminent ces mouvements avec toute la précision possible, notamment ceux des grosses planètes; pour cela on les rapporte aux étoiles les plus brillantes, les mieux connues, qui sont au nombre d'environ 300 et qu'on appelle les *étoiles fondamentales*.

Les positions de ces étoiles sont connues avec beaucoup de précision; mais, comme pour toute donnée fournie par l'observation, les positions connues varient légèrement d'un observateur ou d'un observatoire à un autre.

D'autre part, les étoiles elles-mêmes ont des mouvements produits par la précession, par la nutation et par l'aberration; or les constantes de ces mouvements se déduisent aussi de l'observation, de sorte que les astronomes qui les ont déterminées ont obtenu des valeurs qui ne sont pas identiques.

De là de légères différences entre les positions des étoiles fondamentales fournies par la *Connaissance des Temps*, par le *Berliner Jahrbuch*, par le *Nautical almanack*, soit américain, soit anglais; et cela occasionne un travail supplémentaire considérable aux astronomes qui veulent réduire toutes les observations à un système homogène. Mais cet inconvénient ne se produira plus à partir de 1901, car les directeurs de ces éphémérides, réunis en Congrès, également à Paris en mai 1896, ont convenu de prendre les mêmes éléments de départ, savoir :

Nutation	9″21
Aberration	20,47
Parallaxe solaire	8,80

Pour la *précession*, la conférence a confié à M. Newcomb la recherche des valeurs définitives à adopter.

G. Bigourdan,
Astronome-adjoint
à l'Observatoire de Paris.

[1] On peut voir l'exposé de cette méthode et des principaux résultats qu'elle a fournis, dans une intéressante Notice insérée par M. Cornu, dans l'*Annuaire des Longitudes pour* 1891.

[2] Voir sa Notice sur le mouvement propre du système solaire, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1897.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Picard (Emile), *Membre de l'Institut, Professeur d'Analyse à la Faculté des Sciences.* — Traité d'Analyse. *Tome III.* — *1 vol. gr. in-8° de 580 pages.* (*Prix : 18 fr.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1897.

Le tome III du *Traité d'Analyse* de M. Picard est presque exclusivement consacré aux équations différentielles. « J'ai eu pour but, dit l'auteur dans sa préface, d'exposer quelques-unes des questions qui intéressent particulièrement aujourd'hui les analystes et dont l'étude peut être utilement poursuivie. » En disant que ce but est atteint de la manière la plus heureuse, on ne peut faire de l'ouvrage un plus grand éloge. Choisir, dans les parties essentielles et neuves de la doctrine des équations différentielles, des questions variées, les dégager des obscurités qui semblent inhérentes aux théories en formation, orienter ainsi le lecteur dans les principales directions suivant lesquelles se développe la science, c'est, en de telles matières, l'objet le plus utile d'un livre didactique, en même temps que le plus difficile à remplir.

Les théorèmes d'existence des intégrales d'un système différentiel ont été établis dans les tomes précédents, en supposant les conditions initiales *régulières*. Quand ces conditions sont *singulières*, M. Poincaré, en se bornant au cas à la fois le plus général et le plus simple, a obtenu des résultats de la plus haute portée. Ces résultats forment la matière du premier chapitre. Leur application au premier ordre permet d'approfondir et de compléter la discussion de Briot et Bouquet. Vient enfin une élégante théorie des *intégrales singulières*.

La nature des intégrales étant ainsi élucidée dans le voisinage des valeurs initiales, comment poursuivre leur étude dans un domaine quelconque ? C'est là un problème qui peut être traité à deux points de vue : au point de vue *analytique* (en donnant à la variable des valeurs complexes), et au point de vue réel. A ces deux points de vue correspondent deux sections considérables de l'ouvrage.

L'étude du domaine réel, longtemps négligée, n'a été reprise que dans ces dernières années, sous l'influence des travaux de M. Poincaré et de M. Picard. Tous les esprits qui ne veulent pas réduire les mathématiques à une science de pure curiosité, doivent désirer que cette étude soit désormais poursuivie assidûment. C'est donc un véritable service que M. Picard a rendu à l'Analyse en rassemblant, sous une forme systématique, les principaux résultats obtenus jusqu'ici dans cette voie.

Trois chapitres sont d'abord consacrés aux travaux bien connus de l'auteur sur les équations *réelles* du second ordre, dont l'intégrale est définie par ses valeurs pour deux valeurs numériques de la variable. De telles conditions aux limites se rencontrent dans un grand nombre d'applications naturelles. L'élégance de la méthode, l'importance et la netteté des résultats font de cette partie du livre une des plus attrayantes. Signalons, notamment, la discussion de l'équation : $\frac{d^2y}{dx^2} = A(x)y$. Cette discussion rigoureuse met en évidence des particularités bien remarquables qui se représentent, sous une forme plus compliquée, en acoustique, dans la théorie des sons fondamentaux.

Les trois chapitres suivants traitent de la théorie des intégrales réelles, d'après M. Poincaré : solutions périodiques, asymptotiques; courbes définies par un système différentiel, etc. Ces travaux de M. Poincaré sont l'effort le plus vigoureux qu'on ait encore tenté pour découvrir, sur les équations différentielles, les propriétés qualitatives et quantitatives de leurs intégrales réelles. Mais ils se prêtent mal, par leur nature même, à un exposé didactique. Aussi ne saurait-on trop louer la perfection de forme que M. Picard a donnée à ces quelque cent pages de son traité. L'existence des solutions périodiques, celle des solutions asymptotiques, sont établies par des méthodes extrêmement simples. Les notions fondamentales de *cycles limites*, d'*indice de cycle*, etc., sont introduites dans le cas du premier ordre, cas très élémentaire il est vrai, mais qui fait bien ressortir leur nature et leur portée. Il convient d'indiquer, comme appartenant en propre à l'auteur, la discussion des points singuliers réels d'une équation du premier ordre non résolue en y, ainsi que la détermination, dans tout leur domaine réel, des intégrales de certains systèmes différentiels : ces systèmes comprennent notamment les équations du mouvement d'un solide pesant fixé par un point.

Quant à la théorie *analytique* des équations différentielles, elle n'occupe pas moins de huit chapitres. Si l'on excepte une étude succincte des équations du premier ordre à points critiques fixes et de certaines équations du second ordre qui généralisent les équations de Briot et Bouquet, c'est aux équations *linéaires*, dont la théorie est aujourd'hui poussée si avant, que s'est attaché l'auteur. Un substantiel exposé des propositions fondamentales relatives à ces équations, à leurs singularités, à leur groupe, est suivi d'une application aux fonctions hypergéométriques (chapitre XII), lesquelles conduisent naturellement aux fonctions de M. Schwarz (chapitre XIII) : une fois établies les propriétés fondamentales de ces fonctions, et notamment de la fonction modulaire, M. Picard est en état de démontrer dans toute sa généralité son célèbre théorème sur les zéros des fonctions uniformes, théorème dont il indique quelques applications. La lecture de ce chapitre XIII sera des plus utiles à ceux qui veulent s'initier aux propriétés des fonctions fuchsiennes.

Les intégrales *irrégulières* des équations linéaires ont été, dans ces dernières années, l'objet de nombreux travaux qui ne pouvaient être négligés ici. Un chapitre résume les résultats de M. Thomé et de M. Poincaré sur les intégrales irrégulières à l'infini et leur représentation asymptotique déduite de la méthode de Laplace.

Enfin, après une revision rapide des principales classes d'équations linéaires intégrables (en particulier, des équations à coefficients doublement périodiques connues sous le nom d'équations de M. Picard), l'auteur aborde, dans sa généralité, le problème de la *réduction* des équations linéaires. La profonde analogie qui existe entre les équations algébriques et les équations linéaires a été, depuis longtemps, mise en évidence par M. Picard, et c'est cette analogie qui a servi de point de départ aux brillantes recherches de M. Vessiot sur l'intégrabilité des équations linéaires. Deux chapitres parallèles, l'un sur la théorie des équations algébriques d'après Galois, l'autre sur la théorie des équations linéaires, font ressortir avec une rare netteté la parfaite symétrie des deux théories et constituent un exposé magistral de la doctrine de la *réductibilité* des équations différentielles linéaires.

Par sa profondeur et sa diversité, comme par sa lumineuse élégance, le livre que nous venons d'analyser brièvement est appelé à provoquer de fécondes recherches dans tous les domaines auxquels il touche et dont un grand nombre ont été ouverts par l'auteur.

PAUL PAINLEVÉ,
Professeur-adjoint à la Sorbonne.

2° Sciences physiques

Damien (B.-C.), *Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Lille, et* **Paillot** (R.), *Chef des Travaux pratiques de Physique à la Faculté des Sciences de Lille.* — **Traité de Manipulations de Physique.** — *1 vol. in-8° de 504 pages. Masson, éditeur. Paris*, 1897.

L'excellente *Introduction à la Physique expérimentale* de MM. Terquem et Damien appelait, depuis bien des années déjà, un supplément. Le Traité actuel en peut être regardé comme la continuation. Il existe, comme le remarquent les auteurs, de fort bons livres pour initier les élèves de nos Facultés aux manipulations de physique qu'ils auront à effectuer. Pour ces élèves, — et pour eux tous, à quelque examen particulier qu'ils se destinent, — le livre de MM. Damien et Paillot sera un très bon guide; mais ce livre sera quelque chose de plus. A tous les physiciens, il donnera des renseignements très précis sur nombre de méthodes de mesure d'un emploi commode, sinon courant; il les initiera au maniement de quelques appareils fréquemment utilisés dans les laboratoires étrangers, et dont l'usage est moins répandu en France. L'Institut de Physique de Lille est, à cet égard, un modèle, avec la riche collection que son Directeur met tant de soin et de zèle à enrichir et à compléter sans cesse.

Dans le chapitre de la Chaleur, signalons les détails sur le calibrage des thermomètres, sur la mesure des hautes températures par le couple Le Chatelier, sur la mesure relative des conductibilités calorifiques des métaux; en Optique, la description du photomètre Lummer et Brodhun, du lucimètre Mascart, des réfractomètres d'Abbe et de Pulfrich. L'Electricité a reçu des développements tout particuliers; à côté des méthodes de mesure de résistances liquides et de forces électromotrices, telles qu'elles sont appliquées d'ordinaire en France, et réalisées notamment au laboratoire d'Enseignement physique de la Sorbonne, nous trouvons décrites les méthodes allemandes, moins exactes, mais plus brèves. Sur la comparaison des capacités, la mesure des coefficients d'induction, la mesure des champs magnétiques par les procédés de Lenard (spirale de bismuth) et de Stenger, nous sommes munis de tous les renseignements nécessaires pour répéter ces mesures nous-mêmes, sans avoir à recourir à des mémoires ou traités spéciaux. Pour les constantes d'aimantation, les auteurs nous donnent la méthode magnétométrique unipolaire et la méthode d'Hopkinson; ils y ont ajouté la description de l'appareil de M. Bruger.

L'ouvrage se termine par une série de tables de constantes physiques, judicieusement choisies, et surtout par un chapitre important qui ne compte que 24 pages, mais que son titre : « Recettes utiles aux physiciens » suffit à recommander à l'attention des lecteurs. Procédés d'argenture des miroirs, fabrication des suspensions en quartz filé, préparation des éléments Gouy et Latimer Clark, description de l'excellent appareil Gouy à distiller le mercure, emploi de divers régulateurs de températures, on a là toute une foule de détails pratiques qui achèvent de faire du livre un précieux outil de laboratoire.

BERNARD BRUNHES,
Chargé du Cours de Physique
à la Faculté des Sciences de Dijon.

Lespieau (R.). — **Recherches sur les épidibromhydrines et les composés propargyliques.** (*Thèse de Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *1 brochure in-8° de 60 pages. Gauthier-Villars et fils, imprimeurs. Paris*, 1897.

M. Lespieau a repris d'une façon complète l'étude des dérivés bromés incomplets en C^3, dans l'espoir de parvenir à doubler leur molécule et à effectuer de cette manière la synthèse de combinaisons aromatiques nouvelles. La question avait déjà été l'objet de nombreux travaux, parmi lesquels il faut citer surtout ceux de M. Henry, qui a découvert l'alcool propargylique et le dipropargyle, mais elle présentait encore de profondes lacunes que M. Lespieau a réussi à combler, au moins en grande partie.

En traitant la dibromhydrine symétrique par l'anhydride phosphorique, l'auteur a obtenu le *dibromo 1. 3 propène*, ou épidibromhydrine β, qui n'était pas encore connu, et en saponifiant ce corps, ainsi que son isomère le *dibromo 2. 3 propène*, il arrive à préparer les alcools correspondants et un grand nombre de combinaisons bromées par addition ou par substitution, dont la plupart sont nouvelles.

L'action de la potasse sur ces composés le conduit aux corps propargyliques; celle du cyanure de potassium sur l'épidibromhydrine β lui donne un nitrile et un acide bromobutènoïques dérivés de l'acide crotonique ou de son isomère plan; enfin, en oxydant la combinaison cuivreuse de l'alcool propargylique par le ferricyanure de potassium, il obtient le glycol dipropargylique ou *hexadiinediol*

$$CH^2OH - C \equiv C - C \equiv C - CH^2OH,$$

correspondant à l'acide diacétylène dicarbonique de Bæyer.

Ce corps curieux cristallise aisément; il fond à 111-112° et se décompose avec une sorte de déflagration à plus haute température.

Il est probable qu'il donnera à son tour des dérivés intéresssants, que M. Lespieau ne manquera pas de nous faire connaître plus tard, et qui viendront compléter son travail actuel, déjà riche en résultats expérimentaux, tous solidement établis.

L. MAQUENNE,
Chargé de cours à la Sorbonne.

Henriet (H.), *Chimiste à l'Observatoire de Montsouris.* — **Les Gaz de l'Atmosphère.** — *1 vol. in-16 de 192 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix, cartonné : 3 fr.; broché : 2 fr. 50.*) *Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris*, 1897.

Les travaux ayant pour objet l'étude des gaz de l'atmosphère sont nombreux et épars dans un grand nombre de mémoires; l'auteur a eu l'idée de résumer en pages succintes les connaissances actuelles sur ce sujet, mais presque exclusivement au point de vue chimique.

Après quelques considérations physiques, M. Henriet décrit les éléments de l'air, scindés en éléments fixes, ou plutôt de variations inappréciables (azote, oxygène, argon), et éléments variables (vapeur d'eau, acide carbonique, oxyde de carbone, ammoniaque, ozone, etc.). Les chapitres relatifs à chaque gaz contiennent l'exposé des causes de variations, de nombreux renseignements analytiques sur les méthodes employées pour arriver à l'évaluation de ces variations, puis un résumé des résultats obtenus par divers observateurs.

Les procédés de dosage tiennent une place importante dans ce travail et plus d'un chimiste pourra y trouver des indications utiles sur la pratique de l'analyse des gaz. Parmi les méthodes intéressantes, nous signalerons celles adoptées à l'Observatoire de Montsouris où, chaque jour, les éléments variables de l'air sont dosés. Ces analyses ont permis d'établir les résultats publiés par M. Albert Lévy, directeur du Service chimique à Montsouris, résultats déduits de vingt ans d'expériences. Puis viennent le dosage de l'argon d'après M. Schlœsing fils, et un procédé de mesure de l'acide carbonique, dû à l'auteur et permettant l'analyse sur un volume de six à sept litres. Un ballon vide d'air est ouvert au milieu de l'air à analyser. Le ballon rempli, on ajoute un volume mesuré de potasse pour absorber l'acide carbonique que M. Henriet dose en utilisant la réaction suivante : si de l'acide sulfurique est ajouté à une solution diluée de carbonate de potasse colorée en rouge par la phénolphtaléine, la coloration disparaît lorsque la moitié de l'acide carbonique du carbonate est fixée sur le carbonate non décomposé pour former du

bicarbonate. Cette méthode rapide permet de faire avec exactitude des dosages en divers endroits sans emporter le matériel encombrant des tubes et barboteurs.

Les chapitres suivants traitent des modifications importantes subies par l'atmosphère sous l'influence du sol et des pluies; un index bibliographique assez complet termine ce livre. En résumé, le travail de M. Henriet nous renseigne sur les changements de composition de l'air, et il est permis de croire qu'un grand nombre d'analyses de ces perturbations nous conduiront un jour à quelque grande loi mécanique céleste.

MARCEL MOLINIÉ,
Chimiste à l'Observatoire municipal de Montsouris.

3° Sciences naturelles

Tswett (Michel). — **Etudes de Physiologie cellulaire.** (*Thèse de Doctorat de la Faculté des Sciences de Genève.*) — 1 *brochure in-8° de* 80 *pages avec* 1 *planche.* (*Extrait des Archives des Sciences naturelles et physiques.*) *Genève,* 1896.

La matière vivante de la cellule est limitée par des membranes, aussi bien à l'extérieur que du côté des vacuoles. Pfeffer l'a prouvé. La formation de ces membranes est-elle déterminée par des propriétés héréditaires, comme le pense M. de Vries, ou bien est-elle due aux propriétés physico-chimiques de la matière vivante? M. Tswett établit par l'expérience que ces membranes, nettement différenciées, sont de nature plasmique; il les considère comme des organes de la cellule. Des solutions fortement plasmolysantes déterminent dans les protoplastes de l'*Elodea* une contraction et une concentration de la partie circulante du protoplasme, d'autant plus grande que le pouvoir osmotique de la solution est plus élevé. Dans les solutions de substances anélectrolytes, telles que celles de glycérine, de glucose, de saccharose ou de mannite, la contraction est passagère et le protoplasme reprend bientôt sa distribution normale; il y manifeste, en outre, des mouvements analogues à ceux d'un plasmode de Myxomycète, et souvent aussi des portions de protoplasme s'isolent de la masse principale sans perdre leur vitalité. L'auteur ne détermine pas leur sort ultérieur, comme M. G. Klebs l'a fait pour des exemples qu'on rapprochera avec intérêt de ceux-ci. M. Tswett voit dans ces phénomènes une réaction de l'organisme cellulaire à une tension osmotique exagérée; c'est un phénomène dépendant de la vie de la cellule et pas un effet mécanique de la plasmolyse. Les protoplastes plasmolysés se prêtent bien à l'isolement des vacuoles; il suffit, pour l'obtenir, de diminuer la concentration du liquide qui baigne le protoplaste; sa membrane crève brusquement et se désorganise en entier, pendant que la vacuole, échappant souvent à la coagulation du protoplasme diffusé apparaît comme une vésicule claire, parfaitement libre.

Quant aux chloroplastes, c'est par la voie expérimentale que M. Tswett cherche à résoudre les problèmes que l'observation n'a pas résolus jusqu'ici. L'observation directe est impuissante, suivant lui, à en révéler la structure; mais les chloroplastes d'*Elodea* mis en expérience, dépourvus d'une membrane plasmique différenciée, peuvent être étudiés plus aisément à quelques égards que les protoplastes non chlorophylliens. L'auteur reconnaît ainsi dans la chlorophylle un réseau de substance dense, réfringente, support exclusif de la chlorophylle, et une substance interstitielle incolore, de nature protéique comme la précédente. Cette structure est toujours invisible dans la cellule intacte, vivante ou morte. CH. FLAHAULT,
Professeur de Botanique
à l'Université de Montpellier.

Guibert (J.), *Professeur de Sciences naturelles au Séminaire d'Issy*, et **Guillemet** (C.-L.). — **Atlas de Biologie végétale.** 1er *fascicule :* 18 *planches, contenant plus de* 500 *dessins. V. Retaux, éditeur,* 82, *rue Bonaparte. Paris,* 1897.

Gravier (Charles), *Agrégé des Sciences naturelles, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Recherches sur les Phyllodociens.** (*Thèse de Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *vol. in-8° de* 100 *pages avec* 8 *planches hors texte.* (*Extrait du Bulletin scientifique du nord de la France et de la Belgique, t. XXIX.*) *Imprimerie L. Danel. Lille,* 1897.

Le très consciencieux travail que M. Charles Gravier a présenté, comme thèse, à la Faculté des Sciences de Paris, s'explique et se justifie amplement par quelques phrases qu'on peut y lire à la dernière page. « Le phylum des Annélides, dit l'auteur, n'est pas établi d'une façon positive. A mon avis, la solution de cette question, d'un haut intérêt philosophique, suppose préalablement la détermination précise des liens phylogéniques qui unissent entre elles les différentes familles à l'intérieur de chacune des classes d'Annélides; en ce qui concerne les Polychètes, on est encore loin d'avoir atteint ce but idéal. »

Cette allégation ne manque ni de justesse, ni de fondement, mais ce ne sera pas la faute de M. Gravier si la Zoologie n'avance que lentement vers cet idéal. Dans sa monographie anatomique des Annélides polychètes du groupe des Phyllodociens, il s'est constamment efforcé d'établir les affinités et les points de contact que ces animaux présentent avec les familles voisines, et comme par bonheur ces dernières avaient été en partie très bien étudiées, comme d'autre part ses propres recherches ont été particulièrement approfondies, il a pu mettre en évidence des liens phylogéniques entre des familles d'Annélides qu'on supposait plus éloignées jusqu'ici.

Cette préoccupation si louable de l'auteur apparaît à chaque page de son travail, le vivifie pour ainsi dire et sert de fil conducteur à celui qui, non spécialiste, — comme c'est mon cas, — essaie de s'y aventurer. — Dans la partie morphologique, M. Gravier insiste fort justement sur les arceaux ciliés qui relient dorsalement un parapode à l'autre chez les Phyllodociens; il observe que cette disposition fort rare n'a été signalée que chez certaines formes archaïques (*Ophryotrocha*, *Protodrilus*, *Nerilla*), ou chez des larves de Syllidiens (*Autolytes*, *Eusyllis*, etc.) et que, par conséquent, ce caractère indique à tous égards des formes primitives. — Plus frappants encore sont les caractères primitifs que l'auteur a pu relever dans le système nerveux des animaux qu'il a étudiés; appliquant à l'étude de ce système la méthode qui a donné des résultats si excellents à M. Racovitza, il trouve que l'encéphale des Phyllodociens se compose de trois parties : un cerveau antérieur, un cerveau moyen et un cerveau postérieur, que la partie moyenne forme seule une masse indépendante, et que les deux autres, beaucoup plus grandes, sont encore en relation intime avec l'épiderme. Ce caractère embryonnaire, qui se manifeste avec plus d'évidence encore chez les *Protodrilus* (où l'on peut observer toutes les transitions entre les cellules ganglionnaires et les cellules épidermiques), rapproche les Phyllodociens des Syllidiens, et les place à un degré très inférieur dans la série des Annélides. Toutefois, avec M. Fraipont, l'auteur observe que ce caractère est sujet à des divergences considérables; que chez les *Polygordius*, par exemple, l'encéphale s'entoure déjà d'une sorte de gaine et qu'il ne faut, dès lors, lui attribuer qu'une valeur relative dans la détermination des affinités des Annélides.

Ce ne sont point là, tant s'en faut, les seuls caractères primitifs que M. Gravier a pu mettre en évidence chez les Phyllodociens. Le système vasculaire était inconnu. Il a montré qu'il se compose de deux vaisseaux réunis par une anse antérieure, qu'il est de la sorte très simple, et qu'il rappelle à beaucoup d'égards l'appareil vasculaire des Syllidiens et celui, plus réduit encore, des *Protodrilus*. Quant aux organes segmentaires, dont on ignorait l'existence dans la famille, il a pu les étudier d'une manière complète et montrer qu'ils tiennent, — par leur structure élémentaire, — le milieu entre les

organes des *Protodrilus* et ceux des Syllidiens. Il n'est pas jusqu'à la formation des produits sexuels qui ne lui ait offert des caractères d'organismes à évolution peu avancée : ces produits, en effet, se développent dans toute l'étendue de la cavité du corps et dans le péritoine ; il n'y a pas trace de localisation dans la formation des cellules reproductrices, si bien que, par ce côté encore, les Phyllodociens se rapprochent des Archiannélides (Polygordiidés avec *Protodrilus*) et des Syllidiens.

Je n'insiste pas sur les détails anatomiques de ce travail ; ils sont tous étudiés avec le plus grand soin, mais il serait beaucoup trop long de les rappeler ici ; je tiens spécialement à appeler l'attention sur les chapitres, très fouillés, que l'auteur consacre au tube digestif (à la trompe notamment) et à la formation des produits sexuels. Au reste, la thèse de M. Gravier n'est point purement anatomique ; elle renferme une partie biologique et descriptive — assez courte, il est vrai, — ainsi que les diagnoses de quelques espèces nouvelles découvertes par l'auteur à Saint-Vaast (Station zoologique du Muséum).

Chez les femelles, pendant la reproduction, M. Gravier a pu constater un fait très curieux et qui mérite d'attirer l'attention des zoologistes. Les ovules mûrs remplissent la cavité du corps, se compriment, refoulent graduellement devant eux le tube digestif « et finissent par le faire disparaître presque complètement, tandis que, normalement, ce tube occupe presque toute la cavité du corps et possède des parois fort épaisses. D'autre part, la musculature se trouve également fort atteinte par le développement des ovules ; les faisceaux musculaires ventraux sont très réduits en épaisseur, et les faisceaux dorsaux ne laissent plus que des traces ». Pour expliquer cette réduction bizarre d'organes primitivement très développés, l'auteur est porté à considérer les ovules comme des sortes de phagocytes et à voir dans la réduction elle-même le résultat d'un phénomène d'histolyse ; si, comme on peut le croire, la femelle survit à la ponte, il y aurait fatalement réfection des organes, et à l'histolyse ferait suite l'histogénèse, comme dans les chrysalides d'insectes.

C'est un problème fort intéressant que pose là M. Gravier ; il ajoute encore à la valeur d'une thèse qui est toute remplie de qualités et que les zoologistes, j'en suis sûr, accueilleront avec faveur. E.-L. Bouvier,

Professeur au Muséum.

4° Sciences médicales

Bordier (Dr H.). — **Précis d'Electrothérapie.** (*Avec une préface de* M. d'Arsonval.) — 1 *vol. in*-8° *de* 580 *pages avec* 146 *figures.* (*Prix : 8 fr.*) *J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris,* 1897.

Depuis quelques années, il a paru plusieurs traités ou précis d'Electrothérapie ; peu d'auteurs me semblent avoir fait œuvre aussi réussie que celle de M. Bordier. Chaque chapitre a reçu un développement bien proportionné à l'importance du sujet qui y est traité ; l'exposition des diverses parties de l'électricité soit théorique, soit appliquée, est claire et non encombrée, comme il arrive trop souvent, d'une foule de hors-d'œuvre.

Après un chapitre très court de considérations générales, l'auteur fait, en trois autres chapitres, l'exposition des connaissances indispensables au médecin électricien consciencieux. On perçoit bien à la lecture que ce livre est écrit par un praticien ; passant assez rapidement sur les points n'intéressant que le physicien, M. Bordier s'étend surtout sur les moyens de produire l'électricité sous ses différentes formes, sur les manières de l'appliquer et d'en déterminer les mesures.

Puis vient un chapitre V consacré à l'électrophysiologie. Ici encore l'auteur a résolument passé sous silence tous les faits relatifs à l'électricité produite par les animaux, si curieux pour le biologiste, mais dont la clinique n'a tiré encore aucun profit. L'auteur insiste au contraire avec raison sur les résultats expérimentaux obtenus dans l'action de l'électricité, sous ses diverses formes, sur l'homme et les animaux.

Ainsi bien préparé, le lecteur arrive aux deux derniers chapitres, les plus importants.

L'un comprend l'électrodiagnostic, qui tous les jours prend plus d'importance en gynécologie et surtout dans les affections du système nerveux.

Dans le second, M. Bordier expose les applications à la thérapeutique, et, sans vouloir faire de l'électricité une panacée universelle, montre les services qu'un médecin expérimenté peut en tirer. Dr G. Weiss,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

Dallemagne (J.), *Professeur de Médecine légale à l'Université de Bruxelles.* — **Les Théories de la Criminalité.** — 1 *vol. in*-16 *de* 214 *pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché,* 2 *fr.* 50 ; *cartonné,* 3 *fr.*). *G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris,* 1897.

Ce volume fait suite aux deux études sur les stigmates anatomiques, biologiques et sociologiques de la criminalité, dont nous avons rendu compte ici même. Il nous présente un résumé succinct des nombreuses écoles qui, de nos jours, sous l'impulsion de Lombroso, ont essayé d'interpréter les actes du criminel et de les rattacher à une cause simple et déterminante. Autrefois, en effet, on se préoccupait du crime en lui-même comme d'une entité juridique et abstraite. On ne voyait le criminel que comme une unité semblable aux autres, à laquelle il est permis d'appliquer le critérium général de la moralité. L'école anthropologique formula la nécessité d'étudier le criminel en lui-même. Par suite d'une disposition naturelle qui l'entraînait à préciser l'objet de son étude, elle affirma d'abord l'existence d'un type criminel anatomiquement caractérisé. C'est le criminel-né, le criminel atavique, surtout étudié par Lombroso d'après des caractères anatomiques, des anomalies du crâne, de la face, du corps. Ce type criminel au point de vue anatomique auquel manque la persistance, la régularité, l'hérédité, est repoussé presque partout en dehors de l'école italienne. Le criminel fut plus tard surtout caractérisé et expliqué par sa constitution psychologique. On le rapprocha du fou moral, de l'épileptique, de l'aliéné, de l'hystérique, du neurasthénique. M. Dallemagne nous montre tel ou tel auteur expliquant presque tous les crimes par l'une ou l'autre de ces assimilations, tandis que tous les autres protestent contre la généralisation d'un semblable rapprochement. Avec les travaux de Colajanni, de Garofalo, de Tarde et surtout avec ceux de l'école de Lyon représentée par Lacassagne, Coutagne, etc., nous entrons, au contraire, dans l'étude des conditions sociales dans lesquelles se développe le criminel, et les crimes sont expliqués non pas uniquement par la malformation cranienne, l'épilepsie ou la folie de leur auteur, mais par les modifications économiques et sociales du milieu rural, industriel ou urbain dans lequel ils se présentent. La théorie de M. Enrico Ferri semble la plus complète, la plus large. « Chaque crime n'est que la résultante du concours simultané et indivisible soit des conditions biologiques du criminel, soit des conditions du milieu (physique et social) où il naît, vit et agit. » On arrive à une sorte d'éclectisme et on s'accorde sur une formule complexe où entrent à la fois l'étude du criminel et l'étude du milieu. Il est vrai que l'on perd ainsi la précision et la clarté un peu ambitieuse des premières interprétations.

Il était bien difficile de suivre l'évolution de ces écoles d'anthropologie criminelle devenues très nombreuses. M. Dallemagne caractérise leurs tendances avec beaucoup de précision et nous montre la force et la faiblesse de la plupart de ces théories. Son exposé rendra certainement les plus grands services à tous ceux qui veulent se mettre rapidement au courant des principaux résultats de ces nouvelles études. Dr Pierre Janet,

Professeur suppléant au Collège de France.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

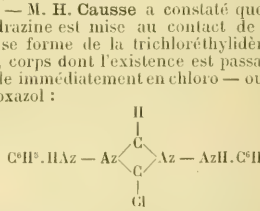
ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 Mai 1897.

M. le Président annonce la mort de M. **Des Cloizeaux**, membre de la Section de Minéralogie, et de M. le **duc d'Aumale**, et prononce leur éloge funèbre. — M. **Souillart** est élu correspondant dans la Section d'Astronomie, en remplacement de M. Gylden.

1° Sciences mathématiques. — M. **Eug. Cosserat** se sert de l'espace à quatre dimensions dans l'étude des surfaces algébriques (F) admettant plusieurs séries de coniques. Il montre que la surface du huitième ordre, étudiée récemment par M. Alberto Bambilla, constitue un cas particulier de ces surfaces (F). — M. **F. de Salvert** communique une formule d'Analyse relative à certaines intégrales de fonctions elliptiques par rapport à leur module. — M. **A. Boulanger** présente certaines considérations relatives à l'intégration algébrique des équations différentielles linéaires du troisième ordre.

2° Sciences physiques. — M. **H. Becquerel** indique un certain nombre d'expériences d'après lesquelles les phénomènes que M. G. Le Bon rapportait à l'existence d'une *lumière noire*, sont simplement des effets produits par les rayons rouges et infra-rouges, dont les propriétés sont connues depuis longtemps. — M. **A. Aignan** signale une nouvelle méthode pour mesurer la solubilité des liquides, et donne les résultats qu'il a obtenus en appliquant sa méthode aux mélanges d'eau et d'éther. — M. **L. Décombe** s'est proposé de rechercher si, en renversant les conditions d'amortissement dans les phénomènes de résonance multiple, on pourrait rendre la longueur d'onde indépendante du résonateur employé, conformément aux théories de MM. Poincaré et Bjernkes, En augmentant le décrément du résonateur et en diminuant celui de l'excitateur, l'auteur est arrivé très près du résultat cherché. — M. **Alfred Angot** montre que la direction OA du vent à une heure quelconque peut être considérée comme la résultante du *vent moyen* OM et d'une *composante diurne* MA qui décrit, dans le cours de la journée, une rotation complète autour du point M. La composante diurne est méridionale dans la première partie de la journée, et septentrionale le reste du temps. — MM. **Berthelot** et **P. Vieille** ont étudié les propriétés explosives de l'acétylène dissous dans l'acétone. Le choc explosif de l'amorce de fulminate, exercé sur l'acétylène *dissous* à une pression de 13 kilos dans un récipient à moitié plein, n'a pas déterminé l'explosion. Dans les mêmes conditions, un fil métallique qu'on fait rougir au sein de l'atmosphère gazeuse surmontant la dissolution, provoque la combustion du gaz, mais l'explosion ne se propage pas dans la dissolution; si le fil métallique rougit au sein de la dissolution, une partie de l'acétylène se dégage et explode, mais sans propager cette explosion. Enfin, si l'acétylène dissous est à une pression voisine de 20 kilos ou supérieure, le fil métallique rougi provoque une explosion générale. — Les mêmes auteurs ont constaté que lorsque l'acétylène fait explosion sous une pression de 20 kilos, son dissolvant, l'acétone, est également entièrement décomposé; c'est une réaction par entraînement. Les auteurs en discutent les conditions et montrent qu'elle se produit seulement lorsqu'il y a assez d'acétylène dissous pour que la chaleur dégagée par son explosion soit capable de dissocier l'acétone.— MM. **Berthelot** et **Vieille** étudient les conditions de propagation de la décomposition de l'acétylène pur; ils emploient deux modes d'excitation : 1° par l'incandescence d'un fil métallique; 2° par une amorce au fulminate de mercure. Ils ont opéré dans de larges récipients et dans des tubes métalliques. Dans aucun cas on n'a pu définir une pression critique fixe au-dessous de laquelle la propagation serait impossible, tandis qu'immédiatement au-dessus elle serait certaine. — M. **Tassilly**, en chauffant à 200°, en tube scellé, une solution concentrée de bromure ou d'iodure de cadmium en présence d'oxyde du même métal, a obtenu un oxybromure et un oxyiodure de cadmium ($CdBr^2$ (ou I^2) CdO. $3H^2O$). — M. **José Rodriguez Mourelo** indique une nouvelle méthode pour obtenir du sulfure de strontium très phosphorescent. On prend 285 grammes de $BaCO^3$, 62 grammes de fleur de soufre, 4 grammes de Na^2CO^3 cristallisé, 2 gr. 5 de NaCl et 0 gr. 4 de sous-nitrate de bismuth. Le mélange, bien pulvérisé, est comprimé dans un creuset et chauffé au rouge vif pendant cinq heures; on obtient un agglomérat presque blanc très phosphorescent. — M. **C. Matignon** a déterminé la chaleur de formation de l'acétylène monosodé (— 29,2 cal.) et de l'acétylène disodé (— 8,8 cal.). Ces corps sont endothermiques, et, quand on élève leur température sans précautions spéciales, ils se décomposent l'un et l'autre avec mise en liberté de charbon. — M. **L. Prunier** montre que, dans la préparation de l'éther ordinaire, il se forme un certain nombre de dérivés sulfonés aux dépens de l'acide sulfovinique; ces dérivés se retrouvent en partie dans l'éther ordinaire du commerce, mais surtout dans les résidus de fabrication de l'éther. — M. **H. Causse** a constaté que, lorsque la phénylhydrazine est mise au contact de l'hydrate de chloral, il se forme de la trichloréthylidène-diphénylhydrazine, corps dont l'existence est passagère, et qui se dédouble immédiatement en chloro — ou hydroxydiphénylglyoxazol :



M. **G. Bertrand** a reconnu que la laccase donne par incinération des cendres relativement riches en oxyde de manganèse; il a, en outre, constaté que l'activité oxydante d'un certain nombre d'échantillons de laccase variait à peu près comme leur teneur en manganèse. L'auteur pense que la laccase n'agit qu'en présence du manganèse et proportionnellement à la quantité de ce dernier corps. — M. **Balland** communique les analyses de l'orge de différents pays; on constate, sur le blé, un excès de cellulose, provenant des glumelles restées adhérentes au grain. C'est au centre du grain qu'on trouve le plus d'amidon; les matières azotées, grasses et minérales y sont en très faible quantité et vont en augmentant vers l'extérieur. — Dans le but de démontrer l'absorption directe des substances humiques par les plantes, M. **J. Dumont** a soumis des humates alcalins à la dialyse sous de petites différences de pression; il a constaté que ces corps traversaient parfaitement les membranes; toutefois, la composition du liquide est différente des deux côtés de la membrane, certains composés dialysant probablement mieux que d'autres.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Lapicque** a constaté que le foie détruit l'hémoglobine dissoute et en garde le fer. Il a injecté de l'hémoglobine dans les veines d'un chien; l'hémoglobine éliminée par les urines n'est que le dixième de la quantité injectée. Si on sacrifie

ensuite l'animal, on constate que le foie a changé de couleur et qu'il renferme une proportion de fer double de la normale. — M. **A. Charrin** montre qu'un même microbe pathogène n'agit pas sur l'organisme par la sécrétion d'une seule toxine; il fabrique, au contraire, des composés multiples, qui peuvent être plus ou moins séparés par divers réactifs chimiques, et qui agissent chacun d'une façon différente sur l'organisme. — M. **Louis Roule** a étudié la faune des étangs de la côte orientale de la Corse; elle se compose de deux sortes d'animaux : les animaux ordinaires des étangs, qui y vivent en permanence, et les animaux amenés et emportés par la mer. La faune est très riche, malgré les variations considérables de salure suivant les saisons. — M. **L. Mangin** étudie une maladie des Orchidées causée par le *Glocosporium macropus* Sacc. Il a observé les diverses formes de fructification du parasite et a reproduit la maladie par inoculation sur des plantes saines. — M. **E. Durègne** établit que les dunes primaires de Gascogne ne proviennent pas d'un déplacement de matériaux légers dans le sens du méridien; elles ont été formées sous l'action de vents orientés en moyenne de l'ouest vers l'est; elles paraissent avoir reçu leur figure d'équilibre sous la seule influence des courants atmosphériques. — M. **Stanislas Meunier** montre que les phénomènes auxquels donne lieu la progression des glaciers ont souvent une grande analogie avec ceux dont s'accompagne la dénudation fluviaire. Ainsi le phénomène dit *de capture* (maintenant bien admis pour les rivières) a joué un grand rôle dans la distribution des formations morainiques.

Séance du 17 Mai 1897.

M. **Klein** est élu Correspondant dans la Section de Géométrie en remplacement de M. Sylvester, décédé.

1° Sciences mathématiques. — MM. **Lœwy** et **Puiseux** présentent le deuxième fascicule de l'*Atlas photographique de la Lune* publié par l'Observatoire de Paris et font suivre les principales planches d'explications détaillées. Les théories émises par les auteurs relativement à la formation de notre satellite ont trouvé des confirmations nombreuses dans l'étude de ces photographies. — Soient D une droite appartenant à un complexe quelconque et O un point de cette droite; considérons les courbes C dont les tangentes font partie du complexe et qui touchent en O la droite D, M. **A. Demoulin** démontre qu'il existe, en général, la même relation linéaire entre la courbure et la torsion de chacune de ces lignes au point O. — M. **C. Guichard** établit que les réseaux cycliques points s'obtiennent en joignant un point fixe aux centres de courbure d'une surface. — M. **Michel Petrovich** indique un nouveau procédé d'intégration graphique des équations différentielles basé sur le principe suivant : un corps prismatique est immergé plus ou moins profondément dans un bain de mercure de façon à satisfaire une équation différentielle donnée; un flotteur, muni d'un style, trace l'intégrale sur un papier placé sur un cylindre tournant. — M. **Téguor** adresse une note intitulée : Règle pour servir à la résolution de deux équations numériques d'un degré quelconque à deux inconnues.

2° Sciences physiques. — M. **J. Collet**, poursuivant ses recherches sur la distribution de la pesanteur le long du parallèle moyen, a déterminé la gravité en trois nouvelles stations : Aurillac, Saint-Pierre-le-Chastel et Turin. Dans chacune des stations, on a constaté un déficit de pesanteur. — M. **F.-A. Forel** étudie la relation qui existe entre les variations barométriques et la production des seiches sur le lac de Genève; il montre qu'une baisse barométrique de 6 millimètres (semblable à celle observée à Paris lors du cyclone de 1896) causerait à Genève une dénivellation de $1^{m},95$; c'est précisément la hauteur des plus grandes seiches observées. — M. **C. Maltézos** a observé quelques phénomènes intéressants dans les tubes à vide. Si on touche avec le doigt le tube près du disque cathodique, on observe une attraction des rayons cathodiques; c'est un phénomène d'influence électrostatique. Si on touche le tube avec le fil conducteur qui va de la cathode à la bobine, les rayons sont aussi attirés; le phénomène est dû à l'action électromagnétique entre le courant du fil et le courant de la matière cathodique. — M. **Perrigot** a repris ses expériences sur la transparence des lames d'ébonite; il a constaté que des lames de 2 millimètres d'épaisseur laissent surtout passer les radiations rouges et orangées. — M. **H. Le Chatelier** a préparé le borate de lithium en chauffant l'acide borique avec le carbonate de lithium; il a obtenu un sel anhydre Bo^2O^3, Li^2O, qui se dissout dans l'eau et cristallise à l'état de sel hydraté avec 16 molécules d'eau. Ce sel présente des particularités intéressantes au point de vue de sa solubilité. Celle-ci croît d'abord lentement avec la température, puis plus rapidement jusqu'au point de fusion du sel (47°); alors, si la solution renferme moins d'eau que l'hydrate cristallisé, le point de cristallisation s'abaisse et redescend à 34°. — M. **F. Osmond** étudie les alliages du groupe argent-cuivre; Levol et Behrens avaient signalé un composé défini Ag^3Cu^2, mais l'existence de ce composé est en contradiction avec la théorie. L'auteur a examiné une coupe mince de cet alliage au microscope et a constaté qu'il n'était nullement homogène; on observe une alternance de lamelles jaunes et de lamelles blanches, structure identique à celle de la perlite des aciers. — M. **Léon Lémal** a cherché à colorer le verre directement et à y produire des dessins en faisant pénétrer les métaux ou oxydes colorants par des procédés analogues à ceux de la cémentation. Les sels d'argent déposés sur du verre qu'on porte ensuite à 500 ou 600° le colorent en jaune; le verre coloré présente le phénomène du dichroïsme. L'or, le fer, le cuivre, donnent des résultats analogues. — M. **A. Gautier** fait remarquer que M. **H. Hélier** avait déjà observé la pénétration de l'argent métallique dans le verre vers 450°. — M. **A. Besson** a étudié l'action de l'eau sur le chlorure de phosphoryle et a obtenu du chlorure de pyrophosphoryle, du chlorure de métaphosphoryle et de l'acide orthophosphorique, suivant les trois réactions suivantes :

$$2\,POCl^3 + H^2O = 2\,HCl + P^2O^3Cl^4$$
$$POCl^3 + H^2O = 2\,HCl + PO^2Cl$$
$$POCl^3 + 3\,H^2O = 3\,HCl + PO(OH)^3$$

MM. **P. Cazeneuve** et **Moreau** ont obtenu de nouvelles urées symétriques aromatiques en faisant réagir la pseudocumidine, les xylidines et les cumidines ortho et para sur l'éther carbonique du gaïacol. — M. **Ch. Lauth** a préparé la paramido-benzényl-phénylène amidine :

$$C^6H^4 \begin{cases} AzH \\ Az \end{cases} > C - C^6H^4.AzH^2.$$

Son chlorhydrate se diazote aisément et le diazoïque obtenu donne, avec les phénols et les amines, des colorants azoïques teignant directement le coton. — M. **C. Gerber** a étudié la transformation du tannin dans les fruits charnus sucrés détachés de la plante. Il a constaté que, pendant la maturation de ces fruits, les tannins disparaissent par oxydation complète sans donner naissance à des hydrates de carbone. Le rôle des tannins semble être de s'opposer à la transformation des matières sucrées par fermentation pectique.

3° Sciences naturelles. — M. **Ch. Bouchard** communique de nouvelles applications de la Radioscopie au diagnostic des maladies du thorax; il a pu constater un cancer de l'œsophage et de nombreux cas d'insuffisance aortique. — M. **Ollier** démontre d'une façon certaine, par la Radioscopie, la régénération osseuse chez l'homme à la suite des opérations chirurgicales. Il signale surtout deux opérations, exceptionnelles en ce que les portions enlevées représentaient la plus grande partie du squelette de la jambe, où la régénération par le périoste a été complète. — M. **Destot** cherche à montrer que les troubles physiologiques et trophiques qu'on attribue aux rayons X sont dus aux générateurs

électriques qui alimentent le tube à vide. — MM. **Maurice Springer** et **D. Serbanesco** ont examiné, à l'aide des rayons de Röntgen, l'état du cartilage de conjugaison du tibia et du fémur, dans différents troubles de croissance attribuables au myxœdème, à la syphilis, à l'alcoolisme et à la tuberculose héréditaires. — M. **Ad. Chatin** donne la signification de l'existence et de la symétrie des appendices dans la mesure de la gradation des espèces végétales : là où ils manquent, l'infériorité est manifeste. — M. **E. Roze** a cultivé le *Pseudocommis vitis* Debray sur des sols très humides et l'a inoculé à un grand nombre de plantes. Il a constaté qu'il se trouve d'ailleurs normalement sur beaucoup de plantes de jardin et de serre, dont il brunit et dessèche les feuilles. — M. **Emile Mer** a étudié la *lunure* du chêne, maladie caractérisée par un arrêt de la transformation de l'aubier en bois. Il a constaté que cet arrêt provient simplement des froids excessifs qui se sont produits pendant certains hivers.

Séance du 24 Mai 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **Ch. Lallemand** montre que les lois du Colonel Goulier, relatives aux variations de longueur des mires de nivellement, sont parfaitement exactes, malgré les doutes qu'avaient émis à ce sujet le Dr Oertel et M. F. Lehrl. — MM. **F. Gossot** et **R. Liouville** adressent un mémoire sur les vibrations élastiques et la résistance des canons. — M. **Germain Bapst** communique quelques détails sur le séjour de Poncelet à Saratow.

2° Sciences physiques. — M. **H. Faye** présente son dernier ouvrage intitulé : *Nouvelle étude sur les tempêtes et les trombes ou tornados.* — M. **Mascart** présente un catalogue renfermant l'indication des observations météorologiques faites en France depuis l'origine jusqu'en 1850. — MM. **Hermite** et **Besançon** communiquent les résultats des trois ascensions françaises de la troisième expérience internationale. L'un des ballons, lancé à Paris, est tombé dans la région de Novare en Italie; le baromètre est descendu à 90 millimètres de pression, le thermomètre à — 60°. Les deux autres ballons, plus petits, sont tombés moins loin; sur l'un d'eux, pourvu d'un hygromètre, on a constaté une diminution rapide de l'état hygrométrique jusqu'au point culminant. — M. le Général **Vénukoff** communique une lettre de Saint-Pétersbourg, d'où il résulte que le ballon-sonde russe a été retrouvé en Finlande; il s'est élevé à 11.000 mètres et le thermomètre a marqué — 75° C. — M. **Gouy** rappelle qu'il a déjà montré autrefois que la lumière, réfléchie sur le tranchant bien fin d'une lame d'acier, est polarisée perpendiculairement au plan d'incidence. Ce phénomène est de la même nature que la polarisation des rayons calorifiques de grande longueur d'onde par réflexion sur une lame étroite d'argent, observée récemment par MM. Rubens et Nichols. — M. **C. Maltézos** relate certaines expériences sur les tubes à vides qui semblent prouver l'existence, sous certaines conditions, de *rayons anodiques*, qui provoquent la phosphorence visible et invisible du verre. — M. **Gustave Le Bon** répond aux objections que M. H. Becquerel a faites sur l'existence de la lumière noire. D'abord, ce dernier savant s'est servi de plaques d'ébonite trop minces, qui laissaient passer la lumière ordinaire. D'autre part, même si des plaques épaisses laissaient passer des rayons rouges, cela ne prouverait rien, car on obtient des résultats identiques lorsqu'on arrête les rayons rouges par un écran de verre vert. — M. **M. Berthelot** donne quelques renseignements sur des outils et des armes trouvés par MM. de Morgan et Amelineau et remontant aux âges les plus anciens de l'empire égyptien. Ces objets sont tous constitués par du cuivre à peu près pur, renfermant parfois de l'arsenic, mais ne contenant ni étain, ni plomb, ni zinc. — M. **Berthelot** communique également l'analyse de divers liquides contenus dans des vases antiques. Un vase trouvé près de Reims avait dû contenir une huile végétale, qui s'était lentement oxydée sous l'influence de l'air; de l'eau, ayant pénétré dans le vase par infiltration, avait dissous une partie de la glycérine et des acides formés. Un liquide, contenu dans un tombeau syrien, n'était autre chose que de l'eau d'infiltration. — MM. **Armand Gautier** et **H. Hélier** ont étudié les conditions de la combinaison des mélanges de chlore et d'hydrogène. A l'obscurité absolue, et même au bout d'un an et demi, le chlore et l'hydrogène, secs ou humides, ne se combinent pas entre eux. A la lumière d'une bougie, il n'y a pas non plus de combinaison appréciable. — M. **N. Gréhant** signale un nouveau perfectionnement apporté à son grisoumètre; le volume du gaz y est maintenant mesuré exactement à la pression atmosphérique. — M. **N. Gréhant** a constaté que les parois de fonte d'un poêle portées au rouge ont la propriété de réduire l'acide carbonique de l'air ambiant en le transformant en oxyde de carbone. — M. **J. Meunier** indique un nouveau procédé pour précipiter le sulfure de zinc et le filtrer sans que la liqueur qui passe soit trouble. On précipite le zinc par l'ammoniaque et on redissout le précipité dans la quantité d'ammoniaque juste nécessaire; puis on fait passer l'hydrogène sulfuré bulle à bulle, et on arrête le courant quand une goutte prélevée de la solution donne un précipité avec le sulfate de fer. — M. **de Forcrand** présente quelques remarques relatives à la chaleur de formation des acétylènes sodés. Il trouve 21 cal. comme valeur acide moyenne de l'acétylène, le premier hydrogène étant un peu plus acide que le second. — M. **Raoul Varet** a préparé de nouvelles combinaisons de la pyridine, de la pipéridine et de la quinoléine avec les sels métalliques, en particulier avec les bromures de cuivre, de cadmium et de nickel, le cyanure et l'iodure de zinc. — M. **P. Freundler** a distillé du pyromucate de baryum, dans le but d'obtenir du furfurane; le rendement est faible, et on obtient, en outre, un nouveau carbure C^3H^4 et de l'oxyde de carbone. Par contre, en chauffant l'acide pyromucique en vase clos, vers 260°-275°, on obtient un rendement théorique de furfurane. — M. **Œchsner de Coninck** donne la solubilité de l'ecgonine dans un grand nombre de dissolvants organiques. — M. **Ernest Barillot** montre que le procédé de dénaturation de l'alcool par les huiles d'acétone est illusoire. En effet, si on fractionne ce liquide dans un appareil convenable, on obtient au milieu 70 °/₀ d'alcool parfaitement consommable. — M. **C. Gerber** a étudié les quotients respiratoires des fruits charnus sucrés pendant leur maturation ; il distingue des quotients d'acide dus à la présence des acides, et des quotients de fermentation dus à l'insuffisance de la quantité d'air qui parvient aux cellules et à la production d'alcool qui en est la conséquence. Il donne les valeurs et la signification de ces quotients. — M. **Gaudet** adresse une note sur la formation de l'acide acétique dans une pile à gaz.

3° Sciences naturelles. — M. **J.-P. Morat** pense que la cause des troubles trophiques consécutifs à la section des racines postérieures médullaires est à rechercher dans la paralysie fonctionnelle d'éléments nerveux dont la conductibilité a été interrompue. — Mlle **Pompilian** étudie l'influence du poids tenseur sur la chaleur dégagée par le muscle pendant la contraction. Dans le cas d'excitation neuro-musculaire directe, à mesure que le poids augmente, la chaleur dégagée va en diminuant. Dans le cas de contraction réflexe ou volontaire, la contraction est d'autant plus forte et la chaleur dégagée d'autant plus grande que le poids à soulever est plus fort. — M. **Fouquet** a constaté qu'en Egypte le tatouage est employé comme traitement de diverses affections; cette pratique remonte à une haute antiquité, car on a retrouvé la trace de ces mêmes tatouages sur une momie qui date de cinq mille ans. — M. **Foveau de Courmelles** signale un cas d'appréciation médico-légale des lésions traumatiques et de détermination de l'identité individuelle par les rayons X. — M. **Félix Bernard** étudie la coquille embryonnaire ou

prodissoconque des Lamellibranches; c'est un stade commun à tous ces animaux et constitué de manière à pouvoir vivre en liberté; il représente visiblement la forme ancestrale du groupe et c'est de là qu'on devra partir pour reconstituer la phylogénie des Lamellibranches. — MM. **Prillieux** et **Delacroix** ont étudié une maladie qui se développe sur les branches des mûriers dans la Turquie d'Europe; cette maladie est très certainement produite par le *Sclerotinia Libertiana*. — M. **E.-A. Martel** a étudié l'hydrographie souterraine du Dévoluy (Hautes-Alpes). La contrée est parsemée de cavernes et de puits naturels (nommés *chourums*) qui drainent les eaux et alimentent les sources du pays.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 11 Mai 1897.

M. **J. Renaut** a observé la lésion de l'œdème aigu congestif du poumon; elle consiste en une énorme inondation séreuse qui remplit toutes les alvéoles et comprime les capillaires sanguins; elle est la conséquence des troubles de l'innervation cardio-pulmonaire et d'une augmentation considérable de la tension vasculaire dans la petite circulation. — M. **Landouzy** cite certains cas dans lesquels l'œdème aigu du poumon était la suite d'une simple lésion aortique. — M. **Brouardel** pense que l'œdème se produit surtout chez des personnes atteintes d'affections du rein. — M. **Liétard** continue ses études sur la médecine dans l'Inde. Il retrace les doctrines du médecin Charaka et montre l'analogie qui existe entre le serment des hippocratistes et celui des médecins hindous. — M. **Dieulafoy** cite de nouveaux cas d'appendicites où une intervention immédiate a sauvé les malades, tandis que le traitement médical n'aurait été d'aucun secours. — M. **Dumontpallier**, s'appuyant sur de nombreuses statistiques, maintient que le traitement médical doit être la règle et l'intervention chirurgicale l'exception. — M. le Dr **Ménard** lit un mémoire sur le redressement de la gibbosité du mal de Pott.

Séance du 18 Mai 1897.

M. **Rendu** est élu membre titulaire dans la Section de Pathologie médicale. — M. **Ollier** communique des radiographies qui montrent la régénération osseuse après les opérations chirurgicales; il s'agit ici de grandes pertes de substance du tibia qui ont été complètement réparées par ossification du périoste. — M. **Péan** a eu l'occasion de reconnaître aussi les propriétés ostéogéniques du périoste; mais pour combler les pertes de substances importantes, il se sert d'appareils prothétiques en caoutchouc durci autour desquels se forme le nouvel os. — M. **G. Hayem** fait l'étude des sténoses, caractérisées par la présence constante à jeun de liquide stomacal renfermant des débris d'aliments; leur siège peut être au niveau du pylore ou au-dessous de celui-ci. Ces affections sont graves; elles cèdent quelquefois à un régime très sévère, mais le véritable traitement curatif est chirurgical. — M. **A. Robin** pense que la sténose pylorique n'est pas toujours due à une lésion; elle peut être causée par le spasme ou la contracture pylorique, et, dans ce cas, peut être guérie par le traitement médical. — M. **R. Blanchard** cite un cas de pseudo-parasitisme du *Gordius* chez l'homme; ce pseudhelminthe, qui vit normalement dans l'eau glacée des torrents, est capable de vivre dans le tube digestif. — M. le Dr **H. Barré** lit un mémoire sur les causes de la mort tardive à la suite des brûlures étendues de la peau.

Séance du 25 Mai 1897.

M. le Président annonce le décès de M. **Deroubaix**, associé étranger. — M. **Laborde** présente un microphonographe Dussaud perfectionné, qui reproduit nettement les sons articulés et parlés. — M. **Nocard** présente le rapport d'une Commission qui autorise M. Arloing et l'École de Médecine de Rouen à vendre du sérum antidiphtérique, M. Barlerin à vendre du sérum naturel, MM. Bouty, Flourens et Masselin à distribuer des produits organiques préparés par la méthode de Brown-Séquard, MM. Max frères à vendre provisoirement la nouvelle tuberculine de Koch. — M. **Ehrmann** propose les précautions suivantes pour éviter les fistules latérales consécutives à l'uranostaphylorrhaphie : 1° limiter l'étendue des incisions libératrices; 2° veiller à ce que le travail de réparation des plaies marche toujours parallèlement; 3° quand l'opération a lieu en deux temps espacés, ne pas attendre plus de sept jours pour appliquer la suture. — M. **A. Robin** cherche à montrer que dans les cas de sténose pylorique ou sous-pylorique, il y a le plus souvent un obstacle fonctionnel (spasme, contracture), là où M. Hayem voit surtout un obstacle mécanique (ulcère). Dans ce cas l'action médicale peut s'exercer sur un large champ. — M. **Hayem** pense que les divergences qui le séparent de M. Robin viennent de ce qu'ils considèrent comme maladie de Reichmann des affections différentes.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 8 Mai 1897.

M. **Laveran** signale, chez les paludiques, l'existence de deux pigments : un pigment ocre, qui peut se rencontrer dans d'autres affections, et un pigment noir spécial, qui se trouve surtout dans la rate et dans le sang. Il diffère du premier par ses réactions chimiques. — MM. **Gilbert** et **Carnot**, ayant constaté la fréquence des hémorragies dans les cas de maladie du foie, ont essayé de les prévenir par l'ingestion d'extrait hépatique; leur tentative a été couronnée de succès. — MM. **Luys** et **David** ont photographié diverses espèces d'étincelles électriques et ont obtenu des images différentes. — M. **Bourquelot** montre que certaines substances chimiques sont analogues aux ferments oxydants, en ce qu'elles peuvent tirer de l'air autant d'oxygène que l'on veut; elles en diffèrent toutefois parce que leurs propriétés ne sont pas anéanties par la chaleur. — M. **Bourquelot** pense que les ferments oxydants des végétaux se conservent mieux dans la glycérine que dans tout autre dissolvant. — M. **Bougaud** envoie une note sur une réaction simple permettant de reconnaître la tyrosine dans la pancréatine, la pepsine et autres substances. — M. **Delezenne** adresse une note sur la coagulation du sang chez les Reptiles. — M. **Boinet** a établi que le rat résiste mieux aux toxines après ablation d'une capsule surrénale qu'après ablation des deux organes.

Séance du 15 Mai 1897.

M. **Charrin** présente des photographies montrant le développement remarquable de certains animaux et de certaines plantes sous l'influence de la lécithine. — M. **L. Lapicque** établit, par des dosages rigoureux, le rapport entre la quantité de fer contenue dans le foie et l'âge des sujets. Faible pendant la période de croissance, la quantité de fer reste à peu près constante, pendant l'âge adulte. — M. **N. Gréhant** montre qu'il est très dangereux de maintenir rouges les parois métalliques des calorifères et des poêles, car ces parois acquièrent la propriété de transformer en oxyde de carbone l'acide carbonique de l'air ambiant. — MM. **Imbert** et **Astruc** envoient une note sur la variabilité de l'acidité dans les urines. — M. **Delezenne** signale la lenteur de la coagulation du sang chez tous les Poissons.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 Mai 1897.

M. **H. Becquerel** expose les résultats de ses *expériences sur la décharge des corps électrisés sous l'influence des radiations émises par l'uranium*. On sait que quand on approche un morceau d'uranium d'un électroscope bien isolé, la décharge se produit. On peut répéter cette expé-

rience en mettant en série une source d'électricité, un électroscope à décharges et deux boules de cuivre, séparées par une couche d'air, au voisinage desquelles on place le fragment d'uranium; on constate un débit continu d'électricité entre les deux boules. Si l'une des boules est d'uranium, le débit se produit de lui-même. Quand on maintient une boule d'uranium isolée au voisinage d'un corps électrisé, elle acquiert elle-même une charge, et son potentiel est très différent de celui qui prend une boule de cuivre de même dimension. Le milieu ambiant joue un rôle essentiel dans la décharge, qui se ralentit quand un courant d'air passe entre l'uranium et le corps électrisé; cet air a acquis lui-même la propriété de provoquer la déperdition. Une sphère isolée d'uranium conserve sa charge dans le vide: dans l'hydrogène, la perte est moins rapide que dans l'air. La potentiel v dans l'air varie en fonction du temps suivant la formule :

$$\frac{dv}{dt}\left(a+\frac{b}{v}\right)=-1,$$

a et b étant proportionnels à la capacité du système électrisé qui se décharge. Quand le potentiel est faible et la capacité grande, on a sensiblement :

$$\frac{1}{v}\frac{dv}{dt}=-\frac{1}{a},$$

tandis que, pour les potentiels élevés, la loi tend vers

$$\frac{dv}{dt}=-\frac{1}{b}.$$

M. A. **Broca** rappelle les *expériences de M. Villari sur la décharge des corps électrisés :* les gaz qui ont acquis la propriété de décharger les corps, soit qu'ils proviennent d'une combustion, soit qu'ils aient été soumis aux rayons X ou aux étincelles électriques, la perdent quand on les fait passer dans un ozoniseur; il semble donc bien prouvé que l'état particulier des gaz est dû à une ionisation; le mécanisme semble être le même dans les opérations de M. Becquerel. — M. **Guillaume** rend compte des recherches de MM. **Rubens** et **Nichols** *sur les radiations de grande longueur d'onde.* Une première série d'expériences, faite par M. Nichols avec un radiomètre de Crookes très sensible, préférable ici au bolomètre, a montré l'existence d'une bande d'absorption énergique dans le spectre de transmission du quartz, entre $\lambda = 8\ \mu$ et $\lambda = 9\ \mu$; l'indice de réfraction croît très vite avec la longueur d'onde; le coefficient de réflexion est du même ordre de grandeur que pour les métaux. Dans une étude postérieure, MM. Rubens et Nichols ont observé une seconde bande du quartz avec maximum à $\lambda = 20{,}75\ \mu$. Le mica présente trois bandes de réflexion; le spath fluor en a une seule, au voisinage de $\lambda = 24\ \mu$. A l'aide de plusieurs réflexions successives sur le spath fluor, on a pu obtenir une radiation très pure voisine de cette longueur d'onde, qu'on a fait tomber sur divers corps. Tous les métaux la réfléchissent; le noir de fumée des bolomètres en absorbe la moitié; le sel gemme exerce aussi une absorption. En faisant tomber cette radiation sur de petits miroirs rectangulaires découpés dans de l'argent déposé sur verre et dont les grands côtés ont respectivement 6 μ, 12 μ, 18 μ, 24 μ, on observe une réflexion très énergique sur le premier et le quatrième, quand le vecteur électrique de la vibration (perpendiculaire au plan de polarisation) est parallèle au grand côté. L'expérience serait analogue à celle dans laquelle M. Garbasso a montré que les vibrations de Hertz sont fortement réfléchies par un résonateur de même période. — M. **Guillaume** parle ensuite de la *dispersion électrique anormale.* L'indice de l'eau pour les radiations électriques hertziennes est voisin de 8 ou 9, tandis qu'il est de 1, 3 environ dans le spectre visible. Tous les corps dont la formule chimique présente un hydroxyle, offrent la même anomalie, d'après M. Drude, et M. Ramsay a montré qu'ils jouissent tous de la propriété d'associer leurs molécules. Cette union étant accompagnée d'un dégagement de chaleur extrêmement faible, les vibrations d'ensemble doivent avoir une période très longue, qui serait de l'ordre de celle des ondes de Hertz. Il en résulterait l'existence d'une bande d'absorption très diffuse dans cette région.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

SECTION DE NANCY

Séance du 26 Mai 1897.

MM. **A. Haller** et **Minguin** ont cherché à préparer des homologues supérieurs du mononitrile camphorique, partant de l'acide camphorique, en se basant sur les considérations suivantes : Les formules que M. Tiemann d'une part et M. Bredt de l'autre attribuent à l'acide camphorique renferment toutes deux un groupe — CH — COO H qui, dans le mononitrile camphorique, devient — CH — CAz. Or le voisinage de CAz doit imprimer à l'H de CH la faculté de pouvoir être remplacé par du sodium et, par suite, par des radicaux $\overset{+}{R}$ ou $\overset{-}{R}$. Les auteurs ont donc préparé l'éther méthylique du mononitrile camphorique : 1° par la méthode de MM. Oddo et Léonardi, en traitant le sel d'argent par CH^3I; 2° en faisant agir du méthylate de soude sur l'anhydride du mononitrile camphorique. Dans les deux cas, ils ont obtenu un produit cristallisant facilement en prismes orthorhombiques, fondant au début à 32-35° et ne prenant le point de fusion de 40-41° qu'à la suite de cristallisations répétées. Les auteurs n'ont pas remarqué que cet éther possède une odeur de pipéridine comme l'indiquent les savants italiens. Cet éther traité par du méthylate de soude sec et de l'iodure de méthyle n'a pas donné le dérivé de substitution :

$$C^8H^{13}-CH^3\begin{cases}CAz\\COOCH^3\end{cases}$$

cherché. En partant d'un éther

$$C^8H^{14}\begin{cases}CAz\\COOCH^3\end{cases}$$

fondant à 34-35°, ils sont tombés sur le même produit :

$$C^8H^{14}\begin{cases}CAz\\COOCH^3\end{cases}$$

fondant à 40-41°. Y a-t-il stéréoisomérie entre l'éther fondant à 34-35° et celui fondant à 40-41° ? Une autre transformation, il est vrai, aurait pu s'opérer. L'éther méthylique du mononitrile camphorique a la même composition que la méthylcamphorimine. Or celle-ci fond à la même température que la modification de l'éther méthylique 40-41°. Les auteurs ont donc préparé la méthylcamphorimine et ont constaté qu'elle différait de son isomère comme forme cristalline et comme pouvoir rotatoire ainsi que le montrent les mesures suivantes :

Méthylcamphorimine	$(\alpha)_D = +17°46'$
Ether méthylique du mononitrile camphorique.	$(\alpha)^D = +64°17'$ à $65°9'$

— MM. **A. Haller** et **Guyot** décrivent un dérivé sulfoné de l'acide diméthylamido-benzoylbenzoïque, qu'ils obtiennent avec un rendement de 80 °/₀ en chauffant pendant deux heures, à 115°-125°, 1 partie de l'acide précédent avec 4 parties d'acide sulfurique à 30 °/₀ d'anhydride. Cet acide sulfoné se présente en belles aiguilles blanches, très peu solubles dans tous les dissolvants et répondant à la formule :

$$C^6H^4\begin{cases}CO-C^6H^3\begin{cases}Az\,(CH^3)^2\\SO^3H\end{cases}\\COOH\end{cases}$$

Son sel de baryum est en gros prismes incolores, renfermant 4 molécules 1/2 d'eau de cristallisation.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences physiques

Jagadis Chunder Bose : Sur la conductibilité de certaines substances polarisantes. — Dans ses précédentes recherches, l'auteur avait constaté que la némalite et le crysotile possèdent la propriété de polariser les rayons électriques. La némalite est une variété fibreuse de brucite; c'est un hydrate de magnésie avec un peu de protoxyde de fer et de CO^2. Elle absorbe fortement les vibrations électriques parallèles à sa longueur et transmet les vibrations perpendiculaires. Le crysotile est une variété fibreuse de serpentine; c'est un silicate hydraté de magnésie. Il transmet les vibrations perpendiculaires et absorbe les vibrations parallèles à sa longueur. L'action de ces deux corps sur les vibrations électriques est analogue à celle de la tourmaline sur la lumière; mais il est à remarquer que la tourmaline ne polarise pas les vibrations électriques.

Or, les réseaux polarisants de Hertz transmettent de même les vibrations perpendiculaires aux fils, tandis que les radiations parallèles sont absorbées ou réfléchies. Ces réseaux offrent, en outre, une *anisotropie électrique;* la conductibilité dans la direction des fils est plus grande que transversalement. La némalite et le crysotile polarisant les rayons électriques par inégale absorption, l'auteur a été conduit à rechercher si ces deux substances présentent des conductibilités différentes dans les deux directions de l'absorption et de la transmission. Les mesures effectuées avec la némalite donnèrent, pour un premier échantillon, 2.136 megohms comme résistance dans la direction de la transmission et 154 megohms comme résistance dans la direction de l'absorption; le rapport des deux conductibilités était donc de $\frac{1}{13,8}$; pour un autre échantillon, il fut de $\frac{1}{13,4}$. Pour le crysotile, on obtint des rapports variant de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{4}$. On voit donc que la direction de l'absorption est celle de la plus grande conductibilité, tandis que la direction de la transmission est celle de la moins grande conductibilité. Ces résultats se sont trouvés confirmés par l'étude postérieure des propriétés de l'épidote, dont les conductibilités sont dans un rapport variant de $\frac{1}{5,1}$ à $\frac{1}{5,2}$.

L'auteur mentionne, d'autre part, les intéressantes expériences suivantes : Un livre ordinaire est inégalement conducteur dans les deux directions parallèle et perpendiculaire aux pages. Si on le place, avec sa tranche à 45°, entre le polariseur et l'analyseur croisés d'un électropolariscope, le champ éteint est immédiatement rétabli. Si l'on maintient l'analyseur et le polariseur parallèles et verticaux et qu'on interpose le livre, avec sa tranche parallèle à la direction de la vibration électrique, la radiation est complètement absorbée. Enfin, si la tranche est perpendiculaire à la radiation, celle-ci est transmise. Un livre ordinaire peut donc servir de polariseur parfait des ondes électriques. Les vibrations parallèles aux pages sont complètement absorbées, celles à angle droit transmises.

2° Sciences naturelles

J.-S. Risien Russell : Sur l'origine et la destination de certains faisceaux afférents et efférents de la moelle allongée. — M. Risien Russell, pour déterminer l'origine et la destination de quelques-uns des faisceaux afférents et efférents qui existent dans la moelle allongée, a eu recours aux procédés expérimentaux suivants : 1° la section ou la destruction de la région latérale du bulbe entre la racine descendante des nerfs de la cinquième paire et l'olive inférieure; 2° la section du corps restiforme; 3° la section du faisceau cérébelleux sensitif direct de Edinger; 4° la séparation du noyau de Deiters de toutes ses connections avec le bulbe; 5° la section des colonnes postérieures et de leurs noyaux dans le bulbe. Voici les principales conclusions auxquelles ont amené ces recherches : 1° Le faisceau antéro-latéral descendant, qui dégénère dans la moelle épinière après une lésion de la région latérale du bulbe, est probablement le même que celui qui dégénère après une lésion du noyau de Deiters et probablement identique à celui décrit par Marchi comme dégénérant à la suite des lésions du cervelet, par Mott comme dégénérant à la suite de la lésion de fibres du plancher (*ground fibres*) et de quelques-uns des noyaux des nerfs craniens, et par Biedl comme dégénérant à la suite de la section du corps restiforme; son origine réelle est le noyau de Deiters comme l'ont soutenu Ferrier et Turner; 2° les fibres qui se rendent aux colonnes antérieures de la partie supérieure de la moelle à travers les faisceaux longitudinaux postérieurs et dégénèrent après une lésion du noyau de Deiters sont entièrement distinctes de ce faisceau antéro-latéral, et appartiennent probablement à quelque système de fibres internunciales analogue à ceux que Boyce a suivis après hémisection du mésocéphale jusqu'aux colonnes postérieures de la moelle par la voie des faisceaux longitudinaux postérieurs; 3° le faisceau descendant direct de fibres dégénérées que l'on trouve dans la moelle épinière, après une lésion de la région latérale du bulbe, en rapport étroit avec les fibres du faisceau pyramidal croisé, est probablement identique à un faisceau analogue que Boyce a pu observer après l'hémisection du mésocéphale, et Biedl, après la section du corps restiforme et de la racine ascendante du nerf de la cinquième paire; la proximité du faisceau colonnaire de Boyce et de cette racine rend probable l'inclusion de ce faisceau dans la lésion de Biedl; 4° les fibres qui proviennent du corps restiforme proprement dit et qui subissent après sa section une dégénérescence descendante ne constituent pas un faisceau afférent dans la moelle; 5° il n'y a pas de preuves que le faisceau cérébelleux sensitif direct de Edinger soit composé de fibres afférentes, il semble au contraire que ce soit un faisceau efférent allant du nucleus globosus au noyau de Deiters, comme l'ont pensé Ferrier et Turner; 6° un des faisceaux afférents de fibres dégénérées que l'on trouve après une lésion de la région latérale du bulbe correspond si exactement par sa position et sa distribution au faisceau antéro-latéral de Gowers que leur identité est extrêmement probable; les observations de Mott et d'Auerbach sont donc sur ce point exactes; 7° un autre faisceau efférent qui dégénère après la lésion de la région latérale du bulbe et qui est en relation avec la bandelette dans son trajet jusqu'à la région des tubercules quadrijumeaux, est probablement le même que celui qui a été décrit par Mott comme une partie distincte du faisceau antéro-latéral de Gowers et n'est certainement pas artificiel, comme l'a pensé Patrick.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 14 Mai 1897.

M. W. Watson décrit un appareil destiné à la comparaison des thermomètres avec un étalon. Les thermomètres sont placés dans un tube de vapeur clos, dont la température est maintenue partout constante. C'est un large tube vertical en verre, avec un tube plus étroit fixé au fond; ce dernier se recourbe et communique avec un grand récipient de vapeur, cela pour éviter les erreurs provenant d'un changement fortuit de pression. Une partie du tube vertical est entourée d'un manchon condenseur, et un manomètre est placé à la base. On emploie successivement les liquides suivants qui donnent des températures allant de 20° à 120°: sulfure de carbone (20°-46°), alcool éthylique (80°), chlorobenzène (120°). Les variations de l'appareil n'excèdent pas 0°,02 par heure. — **M. D.-K. Morris** communique ses recherches relatives à l'action de la température sur les propriétés électriques et magnétiques du

fer (résistance, perméabilité magnétique et hystérèse). Autour d'un anneau de fer, on enroule : 1° un circuit primaire; 2° un circuit secondaire relié à un galvanomètre balistique; 3° un circuit pouvant être chauffé électriquement jusqu'à 1.050°. Aux hautes températures, l'appareil est placé dans le vide. L'auteur a constaté que l'hystérèse diminue avec la température; elle disparaît complètement à 764°. — M. R. **Appleyard** signale le phénomène suivant : Si un morceau de cuir humide, ou d'une autre substance perméable, est employé comme diaphragme entre deux masses de mercure, et si l'on fait passer un courant au travers, une pellicule de mercure se dépose sur la surface reliée au pôle positif, et cette pellicule reste sur le diaphragme quand on interrompt le courant. Si on rétablit le courant, mais en en renversant le sens, la pellicule disparaîtra sur le côté où elle s'était formée pour reparaître de l'autre côté. Un courant de un cinquantième d'ampère est nécessaire pour produire le phénomène. L'auteur pense que la formation de la pellicule est un effet secondaire d'électrolyse et aussi d'osmose électrique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance anniversaire du 31 Mars 1897.

Cette séance est consacrée à l'élection du bureau pour le nouvel exercice 1897-1898. Après avoir rendu compte de la marche de la Société durant sa présidence, M. Vernon-Harcourt fait passer au vote. M. James Dewar, F. R. S., est élu président.

Séance du 1er Avril 1897.

MM. **F. Chattaway** et **H.-P. Stevens** saponifient l'acide perthiocyanique en le chauffant soit avec de l'eau sous pression, soit avec de l'acide sulfurique concentré. Il se forme de la thiourée, de l'oxysulfure de carbone et du soufre. Comme on opère à haute température la thiourée est complètement transformée en thiocyanate d'ammonium; l'oxysulfure se décompose en acide carbonique et hydrogène sulfuré. — Miss **Katharine Williams** donne les résultats de ses travaux sur la composition des poissons cuits. Elle a examiné trente-deux espèces de poissons et analysé leurs constituants. — Miss **Emily Aston** et M. **J. Norman Collie** ont obtenu, en oxydant au moyen du permanganate de potasse l'α-γ-diméthyl-α-chloropyridine, deux acides isomères qu'ils ont isolés et caractérisés. Le premier est l'acide α-chloro-γ-méthyl-α'-pyridine carboxylique, ayant pour formule :

$$CH^3-C\left\langle\begin{matrix} CH=C(COOH \\ CH \text{———} CCl \end{matrix}\right\rangle Az;$$

le deuxième, représenté par le schéma suivant :

$$COOH-C\left\langle\begin{matrix} CH=C(CH^3) \\ CH \text{———} CCl \end{matrix}\right\rangle Az;$$

est l'acide α-chloro-α-méthyl-α'-pyridine carboxylique.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 8 Avril 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. L. **Weinek** présente trente photographies nouvelles très agrandies de la Lune; elles ont été faites en janvier et février 1897. Elles montrent de nouvelles particularités intéressantes à la surface de notre satellite. — M. **Rudolf Spitaler** communique un travail sur les causes des variations de la latitude. Il montre que certaines influences météorologiques peuvent provoquer une variation de l'axe principal d'inertie de la terre, dont l'amplitude annuelle atteint 0",2; cette variation produisant, d'après Radau, une variation trois fois plus grande de la latitude, on arrive, pour cette dernière, à des valeurs qui concordent avec celles qu'on a observées. L'auteur montre qu'il doit exister de même une variation dans la direction du méridien.

2° Sciences naturelles. — M. **Hans Rabl** a étudié les premiers phénomènes de croissance dans les œufs des Mammifères. Les noyaux des ovogonies sont remplis d'un réseau de fibres achromatiques, dans lequel on trouve quelques grains chromatiques. Le réseau se transforme peu à peu en un fil continu, qui remplit bientôt tout le noyau. Puis, par division longitudinale et transversale, se forme un certain nombre de chromosomes. — M. **Hans Rabl** décrit ensuite la nature des fuseaux directeurs dans les œufs dégénérés de Mammifères.

Séance du 6 Mai 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **W. Binder** : Les ondulations des courbes planes C_4^4; courbes à deux points doubles imaginaires. — M. le Colonel **Albert von Obermayer** décrit des expériences de tir faites avec un fusil Mannlicher de 8 millimètres contre des masses d'argile plastique, soit nues, soit recouvertes d'un côté d'une feuille métallique. La vitesse initiale du projectile était de 620 mètres à la seconde.

2° Sciences physiques. — M. **L. Pfaundler** a étudié expérimentalement la tension de la vapeur au-dessus d'une surface liquide de forme circulaire; il a déterminé les couches de même tension et les quantités de vapeur formées dans l'unité de temps au-dessus de chaque unité de surface. Les résultats obtenus diffèrent passablement des résultats théoriques calculés par J. Stephan. — M. **R. Wegscheider** a préparé l'acide *s*-tribromobenzoïque à partir de la *s*-tribromaniline; il a obtenu comme produits accessoires du chlore, du *s*-tribromobenzol et de la *s*-trichloraniline; cette dernière provient de l'action du chlorure de cuivre ou de HCl sur la tribromaniline. — M. **O. Rint** a obtenu les éthers diméthylique et diéthylique de l'acide $\alpha\beta\gamma$-pyridinetricarbonique, en chauffant ce corps avec de l'acide chlorhydrique et de l'alcool méthylique ou éthylique. — M. **Carl Storch** étudie la nature des composés albuminoïdes du lait de vache. Par l'action de certains sels, la caséine est précipitée; mais elle se dédouble immédiatement en deux corps albuminoïdes contenant du phosphore; pour précipiter la caséine non modifiée, il faut employer l'acide acétique.

3° Sciences naturelles. — MM. **Müller, Albrecht** et **Ghon**, membres de la Commission envoyée à Bombay pour l'étude de la peste, communiquent quelques détails sur l'épidémie. La maladie s'est surtout propagée par les rats. La porte d'entrée du bacille était le plus souvent la peau, puis la langue. Le sérum de Yersin et celui de Haffkin n'ont donné aucun résultat entre leurs mains. — M. **H. Mannaberg** : Recherches sur la formation et la préservation de certaines épizooties du bétail. — M. **A. Nalepa** donne la description de nouveaux organismes qu'il a rencontrés dans la bile. — M. **V. Uhlig**, présente un mémoire sur la géologie du massif du Tatra. — M. **J. Steiner** donne la description des lichens rapportés de l'Afrique orientale anglaise par le prince de Liechtenstein et M. Pospischil.

Séance du 13 Mai 1897.

Sciences physiques. — M. **E. Haschek** communique les spectres d'étincelles ultra-violets du tellure, du bismuth, du mercure, de l'antimoine et du carbone. Pour le spectre du carbone, on a réuni les spectres de différentes variétés de cet élément. — M. **L. Kann** a déterminé le frottement intérieur du brome d'après la méthode de Poiseuille. Le coefficient de frottement est, à la température ordinaire, environ les deux tiers de l'eau; il diminue peu avec la température.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Elections à l'Académie des Sciences de Paris. — Le 21 juin dernier, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre dans la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. d'Abbadie, décédé.

La Section avait présenté : en première ligne, M. Hatt ; en seconde ligne, MM. de Bernardières, Bertin et Caspari ; en troisième ligne, MM. Angot et Lallemand.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59 :

M. Hatt	a obtenu	28	suffrages.
M. Bertin	—	19	—
M. de Bernardières	—	11	—
M. Caspari	—	1	—

Au deuxième tour :

M. Hatt	a obtenu	31	suffrages.
M. Bertin	—	26	—
M. de Bernardières	—	2	

En conséquence, M. Hatt a été déclaré élu. Le nouvel Académicien est ingénieur hydrographe de première classe et chef du Service des instruments scientifiques au Ministère de la Marine. Il a effectué en Cochinchine, puis sur les côtes de la Corse d'importants levés hydrographiques et géodésiques et a dirigé la mission envoyée en 1882 dans la République Argentine pour observer le passage de Vénus sur le Soleil.

Le 28 juin, l'Académie procédait à une nouvelle élection ; il s'agissait de remplir la place laissée vacante, dans la Section de Minéralogie, par le décès de M. Des Cloizeaux.

La Section avait présenté : en première ligne, M. A. de Lapparent ; en seconde ligne, M. Barrois ; en troisième ligne, MM. Douvillé, Lacroix et Munier-Chalmas.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56 :

M. de Lapparent	a obtenu	48	suffrages.
M. Barrois	—	5	—
M. Munier-Chalmas	—	2	
M. Lacroix	—	1	—

En conséquence, M. de Lapparent a été déclaré élu. M. de Lapparent est trop connu des lecteurs de la *Revue*, à laquelle il collabore depuis longtemps, pour que nous ayons besoin de rappeler ici les beaux travaux qui lui ont valu la nouvelle distinction, bien méritée, dont il vient d'être l'objet.

§ 2. — Nécrologie

Paul Schützenberger. — Paul Schützenberger, Membre de l'Institut, vient de disparaître dans sa soixante-septième année. Son caractère d'homme était la bienveillance et la simplicité ; aussi, plus que beaucoup d'autres, fut-il en relations cordiales et même affectueuses avec les grands et les petits de son temps.

Cette universelle bonté lui faisait, même aux yeux des étrangers à la science, une auréole d'enviable popularité.

La jeunesse des Ecoles, à chaque génération, compte ses préférés, s'en souvient et les regrette. Schützenberger était l'un de ces grands indulgents qu'elle aime. On n'a pas connu le savant professeur avec les signes de la vieillesse ; droit, non blanchi, debout au laboratoire, lecteur assidu des diverses publications chimiques d'Europe, plein d'érudition et d'idées, il est entré comme par hasard dans le tourbillon de la mort.

Schützenberger se faisait remarquer en Science par la tournure originale de son esprit, indifférent à la poursuite de ce que la Chimie commence à prévoir et cherchant toujours du neuf dans cet abîme de choses que la Nature nous cache. Issu d'une famille de légistes de Strasbourg, une hérédité semblait le pousser encore à discuter et argumenter dans le sens de la science.

La vie du savant a une perspective singulière car ses actes récents s'entremêlent avec l'Histoire ; ses découvertes paraissent bientôt anciennes parce qu'elles passent dans les livres que tous connaissent. Et cependant combien les contemporains trouvent qu'un des leurs a passé vite !

C'est en 1850 que Schützenberger a débuté dans la Science, en Alsace, à la Faculté de Médecine de Strasbourg ; en 1852, il vint à Paris, aux Arts et Métiers, pour retourner bientôt professer la Chimie appliquée à Mulhouse, où il resta pendant dix ans.

De retour à Paris, en 1865, il fut d'abord chef des travaux pratiques de Balard, puis, bientôt, en 1876, professeur au Collège de France.

Appelé en 1882 à la direction de l'Ecole municipale de Physique et de Chimie de la Ville de Paris, il devint l'un des fondateurs de cet établissement, lui prêta pendant les premières années l'appui de son nom et en fit ce centre de dispersion des idées de Science pratique qui tient aujourd'hui une si large place dans nos industries.

Membre de l'Institut depuis 1888, Schützenberger s'est occupé des sujets les plus variés. Mais ses travaux touchant à la Biologie paraissent former l'ensemble le plus important de son œuvre. Il suffit de mentionner les recherches sur le système osseux au point de vue chimique et physiologique, les fonctions chimiques du foie et surtout le mémoire fondamental sur les substances albuminoïdes.

Certes, peu à peu, on pénétrera plus avant dans la connaissance des albumines; dans la chimie biologique, aucun travail n'est définitif; on approche seulement par étapes de difficultés croissantes. Mais, lorsque M. Schützenberger osa s'attaquer à cette question, une des plus importantes qui soient, on n'en avait pas la moindre notion. C'est à lui que l'on doit de savoir quels sont les matériaux chimiques de première assise, dont sont pétris les êtres vivants. Il nous a appris que les dérivés amidés des acides gras, entre autres la leucine, le glycocolle et les leucéines, cimentés par des uréides et des acides bibasiques, entrent pour une part prépondérante dans la matière des tissus. Quand de moindres travaux ont passé à l'oubli, ces questions d'ordre général restent toujours. Il faut ici laisser bien des études magistrales intéressantes faute de place, mais rappeler cependant, en Chimie inorganique, la découverte des hydrosulfites, ces composés du soufre inférieurs en oxydation à l'acide sulfureux, et qui ont le pouvoir de réduire l'indigo bleu en le rendant propre à la teinture.

Le chlorure d'iode, l'acétate de chlore, l'étude des poids atomiques ont encore occupé cet esprit actif, qui avait le laboratoire comme lieu de spectacle et est mort en pensant aux choses de la Chimie.

A. Etard.
Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.

K. R. Fresenius. — Un autre chimiste, dont la renommée s'était aussi répandue bien au delà des limites de sa patrie, vient de disparaître : Karl Remigius Fresenius est mort à Wiesbaden le 11 juin dernier.

Fresenius était né à Francfort-sur-le-Mein le 28 décembre 1818. Il étudia d'abord au Gymnase, puis chez un pharmacien de sa ville natale. Il se rendit ensuite à l'Université de Bonn, et compléta ses études à Giessen, où il devint successivement assistant de Liebig et Privat-docent de Chimie. En 1845, on lui offrait à Wiesbaden la chaire de professeur de Physique, de Chimie et de Technologie. C'est dans cette ville qu'il fonda en 1848 son célèbre laboratoire, auquel il consacra dès lors toute son activité; il lui adjoignit successivement une station de Chimie agricole, une école de Pharmacie et un institut bactériologique.

Les recherches de Fresenius ont porté dans tous les domaines de la Chimie, mais principalement sur l'analyse minérale. Il a publié un grand nombre de mémoires, surtout dans la *Zeitschrift für analytische Chemie* qu'il avait fondée en 1862. Ses deux traités d'analyse qualitative et d'analyse quantitative sont des ouvrages classiques, qui ont été traduits dans toutes les langues.

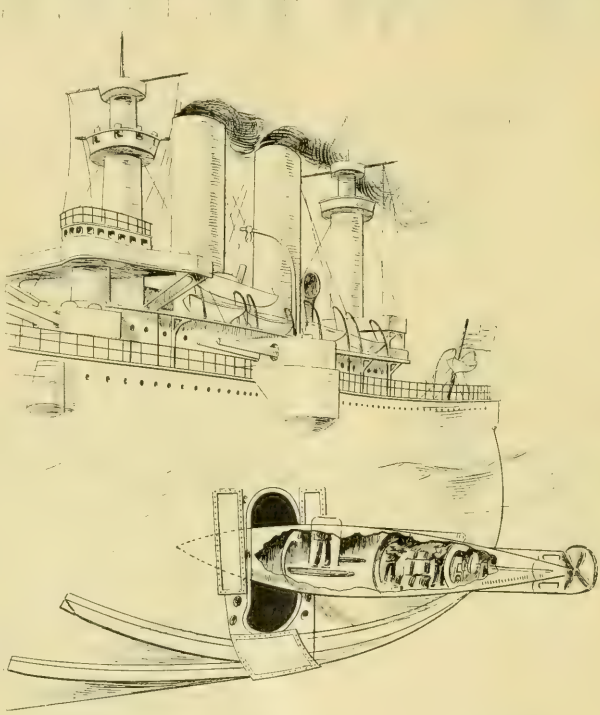


Fig. 1. — *Schéma de l'installation d'un torpilleur dans les flancs d'un cuirassé.* — On aperçoit, sur la figure, la chambre sous-marine, située au-dessous de la ligne de flottaison, et fermée par trois volets mobiles qui s'écartent au moment où le torpilleur doit sortir.

§ 3. — Génie maritime

Installation de torpilleurs sous-marins dans les flancs des croiseurs et des cuirassés. — En attendant la création de torpilleurs sous-marins entièrement autonomes, des inventeurs ont cherché à donner à ces bateaux amphibies des dimensions réduites permettant de les accrocher aux portemanteaux des cuirassés et de ne les mettre à l'eau

qu'au moment du combat. La figure 1 ci-jointe montre une disposition nouvelle imaginée par M. G.-E. Coffin, ingénieur américain. Elle consiste en un logement réservé dans les flancs des croiseurs ou des cuirassés et qui peut communiquer librement avec l'eau ambiante par de larges portes, que l'on ouvre au moment voulu.

Dans cette chambre sous-marine, que l'on peut remplir d'eau ou vider à volonté, se trouve logé un bateau sous-marin de petites dimensions dans lequel peuvent pénétrer cinq hommes composant l'équipage ainsi que le matériel d'alimentation. Au moment voulu, lorsque l'ennemi est en vue, le sous-marin s'échappe des flancs du cuirassé et, muni de ses torpilles, va les lancer de près contre l'adversaire, qui n'a pu apercevoir la mise à l'eau du sous-marin, celle-ci s'étant effectuée à son insu et la manœuvre n'étant pas apparente.

En effet, ce lancement serait effectué, d'après M. Coffin, par une forte chasse due à des pompes très puissantes. Un fil téléphonique relierait le sous-marin au cuirassé, dont le commandant donnerait les indications pour la direction à suivre. A une certaine distance cette communication pourrait être supprimée.

Le sous-marin, après s'être approché de l'ennemi et avoir lancé ses torpilles, peut retourner à bord de son porteur ou bien faire route vers la terre s'il y a un port ami à proximité.

L'introduction du torpilleur dans le logement du cuirassé se ferait soit par un halage à l'aide d'un câble, soit par une forte succion des pompes.

Cette disposition, préconisée par M. Coffin dans le *New-York Journal* ne paraît pas avoir encore reçu la sanction de la pratique, mais il ne se passera pas un long temps, croyons-nous, avant sa mise à exécution aux Etats-Unis, où la navigation sous-marine a reçu, dans ces dernières années, une vigoureuse impulsion, inconnue sur notre vieux continent. G.-L. P.

§ 4. — Électricité industrielle

Emploi des gadoues à la production de l'électricité. — Le lundi 28 juin a eu lieu à Shoreditch, sous la présidence de lord Kelvin, l'inauguration d'une station centrale d'énergie électrique qui offre un intérêt tout particulier : en effet, la force motrice est de la vapeur produite dans un four pour la combustion des gadoues. Il y a douze fours, chauffant six chaudières. La combustion est entretenue par trois ventilateurs électriques et une cheminée de 150 pieds de hauteur et 7 pieds de diamètre interne à la base. On brûle de 8 à 12 tonnes de gadoue par jour. Les fours fonctionnent continuellement, mais, comme on n'a besoin de l'énergie que pendant un certain temps, un dispositif ingénieux permet d'emmagasiner la chaleur produite quand on ne produit pas d'électricité.

La partie électrique se compose de trois générateurs travaillant à 1.100 volts et de trois dynamos à basse tension à 165 volts; ils sont tous actionnés par des machines Willans.

Bien que des fours pour la destruction des gadoues fonctionnent depuis plusieurs années, on avait rarement songé à utiliser la chaleur qu'ils dégagent pour produire de la vapeur. La station centrale de Shoreditch nous en offre un exemple frappant; espérons qu'il sera bientôt et souvent imité [1].

§ 5. — Chimie

Création d'un Laboratoire international pour l'analyse des fers et des aciers. — Parmi les projets que s'efforce de réaliser l'*Association internationale pour l'Essai des Matériaux de construction*, fondée à Zurich en 1895, celui de l'unification des méthodes d'analyse chimique des fers et des aciers a toujours tenu une des premières places. Sans doute de louables efforts ont déjà été tentés dans ce sens par un certain nombre de chimistes; mais qui ne voit le pas immense que ferait faire à la question la création d'un Laboratoire central, où les travaux des chimistes isolés seraient revisés, classés, comparés et ramenés à des méthodes communes?

L'*Association internationale* fait en ce moment les plus actives démarches en vue de l'institution de ce Laboratoire. Déjà le Conseil fédéral suisse a accordé l'usage d'une des grandes salles de l'Ecole Polytechnique de Zurich, et M. Hans de Juptner, dont la haute compétence dans toutes les questions de chimie métallurgique est bien connue, a accepté la direction du futur Laboratoire. Mais une somme de 50.000 francs est nécessaire pour son entretien annuel, et les ressources de l'*Association internationale* ne sont pas suffisantes pour permettre dès maintenant, la construction du Laboratoire. Aussi l'Association a-t-elle décidé de s'adresser aux souscriptions de tous les métallurgistes et maîtres de forges. Nous espérons que ces derniers, comprenant l'immense importance que le Laboratoire central est appelé à prendre dans l'industrie du fer et les grands bénéfices qu'ils retireront de cette institution, n'hésiteront pas à répondre à l'appel de l'*Association internationale*.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Le Mouvement Colonial en France. — Nous nous sommes efforcé de montrer, dans une de nos dernières chroniques [1], l'ampleur prodigieuse du mouvement colonial accompli en Allemagne en ces dernières années. Nous avons vu que cette formidable poussée de l'Allemagne vers l'Afrique, vers la Chine, vers les îlots perdus de l'Océanie, était due, en grande partie, aux efforts d'une unique et puissante association : la *Société Coloniale allemande*. Aujourd'hui, nous verrons quels efforts ont été accomplis en ce sens dans notre pays. Laissant de côté la part qui incombe à l'Etat, nous étudierons surtout celle de l'initiative privée, destinée à compléter et à seconder l'action du Gouvernement.

Au lendemain de la constitution de notre empire d'Indo-Chine, les coloniaux français semblèrent comprendre que le rôle de l'Etat en matière de colonisation était fatalement limité à la prise de possession du sol et à son organisation administrative, mais qu'elle ne pouvait s'étendre à la mise en valeur des colonies. Désireux néanmoins de collaborer dans la mesure du possible à l'émigration des colons, quelques-uns de nos sous-secrétaires d'Etat et de nos ministres des Colonies instituèrent un « Bureau de l'émigration » et une « Exposition permanente des produits des Colonies », bientôt transformés en un « Office des renseignements commerciaux » et un « Office de la Colonisation ». L'un de ceux qui firent preuve des plus louables efforts pour collaborer au développement de la vie économique de nos colonies, M. Delcassé, a complété ces deux services par la création d'une « Revue mensuelle coloniale » et d'une série de « Guides de l'Emigrant », d'un prix modique, rédigés sous la forme des publications coloniales émanant du « Bureau de l'Emigration » de Londres.

Mais ces différentes fondations, excellentes en elles-mêmes, ne produisirent pas les résultats attendus. Le Ministère des Colonies ne pouvait pas se servir utilement des instruments de propagande qu'il avait lui-même forgés. Il ne pouvait pas les faire connaître au grand public par la voix de la presse, et, l'aurait-il pu, que ces renseignements, par cela même qu'ils émanaient de l'Etat, n'auraient pas été acceptés sans réserve par ceux qui les seraient venus chercher. Le public, en effet, fera preuve le plus souvent d'une certaine méfiance à l'égard des renseignements qui lui auront été fournis par le Ministère, et il voudra au moins les contrôler

[1] D'après le journal anglais *Nature* du 1er juillet 1897.

[1] Voir, dans la *Revue générale des Sciences* du 30 juin 1897 (p. 489) : Le Mouvement colonial en Allemagne, par M. J. Godefroy.

auprès de ceux qui, sans attaches officielles, sont à même de juger les Colonies sans parti pris et de montrer, par une expérience personnelle, ce qu'on y peut faire. Dans sa pensée, l'Etat se doit à lui-même de justifier les conquêtes successives de nouveaux et lointains territoires; il ne paraît pas possible qu'il consente à dire au futur colon : « N'allez pas dans telle colonie, la misère est au bout de vos efforts et la maladie vous guette. » Cette liberté de langage et cette franchise, le colon ira plus volontiers les chercher ailleurs qu'au Pavillon de Flore, vers l'une des nombreuses Sociétés qui se sont fondées depuis une dizaine d'années à son usage.

A l'encontre de ce qui existe en Allemagne, où une seule Société privée seconde si efficacement l'action du Gouvernement, en France, vingt Sociétés au moins ont pris à tâche de faire connaître aux Français les richesses de notre domaine colonial et de guider colons et commerçants sur les sentiers abrupts qui mènent à la fortune. Un tel déploiement d'activité, de si nombreuses bonnes volontés mises au service de la cause coloniale prouvent surabondamment à ceux qui en pourraient encore douter que la politique coloniale suivie en France depuis vingt ans correspond bien au génie de notre race et à notre tempérament national. Peu à peu ceux qui s'étaient montrés le plus hostiles au mouvement colonial s'y sont ralliés, ou tout au moins ont accepté le fait accompli : n'a-t-on pas vu, il y a quelques mois, un ancien représentant du parti monarchique présider une conférence coloniale, et l'une de nos plus belles possessions, la Tunisie, offrir un champ d'action à l'activité des fils des plus grandes familles françaises.

Au nombre des Sociétés de propagande coloniale, il faut citer : le *Comité Dupleix*, fondé en 1896 sur l'initiative de l'explorateur Bouvalot; la *Société française de colonisation*, plus ancienne, qui a pour président actuel M. de Lanessan; le *Comité de Madagascar*, à la tête duquel a été placé M. J. Charles-Roux ; la *Ligue coloniale française* avec M. Flourens; la *Société africaine de France*, la *Société des études coloniales et maritimes*, l'*Alliance philalgérienne*, la *Société Coligny* et, enfin, le *Comité de l'Afrique française* et l'*Union Coloniale française*.

L'action de ces deux dernières a été considérable. Le *Comité de l'Afrique française*, fondé en 1890, dans une pensée purement patriotique, par des hommes éminents appartenant à des confessions et à des partis politiques différents, s'est efforcé de développer l'influence et le commerce français en Afrique. Il a, en quelques mois, réuni des fonds suffisants, plus de 100.000 francs, pour subventionner un certain nombre de missions organisées soit par le Gouvernement, soit par lui-même. Tout d'abord, celle de Paul Crampel, dont le programme, la réunion sur les rives du lac Tchad de l'Algérie, du Soudan et du Congo français, devait être repris et en partie réalisé par Dybowski, Maistre, Monteil et Mizon. Son influence s'est étendue sur tous les pays d'Afrique où la France avait à maintenir des droits séculaires ou intérêt à en acquérir de nouveaux. Tour à tour, l'Egypte, le Maroc et le Transvaal ont été l'objet des préoccupations du Comité et, partout en Afrique, son action bienfaisante et discrète a été pour notre diplomatie l'auxiliaire le plus utile et le plus éclairé. Un bulletin en langue arabe, créé en 1896, est largement répandu par les soins du Comité dans tous les pays d'influence française; il y favorise le progrès de notre action dans le monde islamique, pendant qu'un organe mensuel permet à tous les membres du Comité résidant en France de suivre aisément tous les événements d'Afrique, présentés sous une forme attrayante et particulièrement compréhensible.

Le but de l'*Union Coloniale* est plus vaste. Il consiste à rechercher tous les moyens propres à assurer le développement, la prospérité et la défense des diverses branches du commerce et de l'industrie dans l'ensemble de nos colonies. L'*Union Coloniale* devrait s'appeler la Chambre syndicale du Commerce colonial », si ce premier but n'était pas doublé d'un second, non moins utile et dès à présent réalisé. L'*Union* s'est encore imposé la tâche de recruter des colons pour nos colonies de peuplement. Par une propagande incessante et qui revêt toutes les formes, conférences, cours à la Sorbonne, articles de journaux, affiches, etc., elle sollicite les bonnes volontés, suscite les vocations coloniales, détourne, au profit de nos colonies, le courant de l'émigration qui, chaque année, se dirige vers l'Amérique. Son influence, à ce double point de vue, a été considérable : un certain nombre d'importantes réformes sont dues à son initiative et, grâce à son activité, plusieurs centaines de familles ont été se fixer au Tonkin, en Tunisie et en Nouvelle-Calédonie. Elle est une puissance avec laquelle il faut compter et dont il convient de reconnaître la bonne volonté agissante et éclairée. Elle a groupé autour d'elle tout ce que le commerce français compte de plus considérable, et l'ensemble de ses ressources constitue une force intelligemment employée par son Comité directeur pour la prospérité de nos colonies.

Ce très rapide résumé de l'œuvre accomplie par le *Comité de l'Afrique française* et par l'*Union Coloniale* prouve ce que peut encore chez nous l'initiative privée. Mais qu'il nous soit permis, en terminant, d'exprimer un regret : c'est que tous ces efforts, toutes ces énergies tendant au même but ne soient pas combinés, comme en Allemagne, en une action commune. Le groupement de toutes les Sociétés coloniales françaises formerait à coup sûr une force au moins égale à celle de la *Société coloniale allemande*, et ne saurait manquer d'exercer auprès des Pouvoirs publics une pression qui parfois leur manque pour pouvoir agir.

Joseph Godefroy.

Le Voyage d'étude de la *Revue* aux Capitales de la Baltique et en Russie. — Après avoir été soumis à la Compagnie générale Transatlantique, l'itinéraire suivant a été arrêté, d'accord avec elle, pour le voyage projeté dans la Baltique.

Le départ aura lieu du Havre le 14 août à 10 heures et demie du soir, et le bateau se rendra directement de là à Copenhague. On a cru devoir renoncer à la trop courte escale d'Amsterdam, pour gagner du temps et laisser plus de loisir aux voyageurs à Saint-Pétersbourg. On a voulu aussi y arriver le plus tôt possible, de façon à permettre aux médecins qui désireraient assister au Congrès réuni à Moscou de s'y trouver en temps pour assister aux séances des 22, 23, 24, 25 et 26 août.

Après deux jours passés à Copenhague, et une journée à Revel, le bateau, d'après les prévisions de son ordre de marche, arriverait le 21 août au matin à Saint-Pétersbourg, d'où il ne repartirait que le 1er septembre.

Une excursion tracée d'après les conseils de M. le Professeur Louis Leger, et préparée par les soins de la *Revue*, permettrait de visiter Moscou, de se rendre de là au fameux couvent de Troïtsa, puis de gagner Jaroslav; les voyageurs s'y embarqueraient sur un des grands bateaux qui descendent le Volga et ils seraient ainsi portés à Nijni-Novgorod d'où ils retourneraient à Moscou et Saint-Pétersbourg.

Les personnes qui comptent prendre part à cette excursion, sont priées de l'indiquer spécialement en s'inscrivant.

L'arrivée dans la capitale de la Suède est fixée au 2 septembre. Le 5, une escale à Visby permettra de visiter l'île curieuse de Gotland. Enfin, le retour aura lieu par le canal de Kiel, dont les travaux d'art font un objet de haut intérêt pour les ingénieurs; après un séjour à Hambourg, le bateau reprendra la route du Havre, où il doit rentrer le 10 septembre, à la marée du matin.

La *Revue* s'empresse de communiquer à ses lecteurs ce plan plus précis d'itinéraire, étudié avec soin dans tous ses détails. Elle rappelle que c'est M. Amphoux, à la direction, 34, rue de Provence, qui est spécialement chargé de recevoir les inscriptions et de donner tous les renseignements désirables.

LES RAYONS X ET LA DISSOCIATION

Il faudrait se livrer aujourd'hui à de longues recherches bibliographiques, à de minutieuses comparaisons des textes et des dates, si l'on voulait écrire l'histoire complète de nos connaissances concernant la dissociation des gaz.

L'idée de dissociation, émise par H. Sainte-Claire-Deville, fut d'abord familière aux spectroscopistes qui trouvaient, dans les modifications qu'elle suppose, une explication toute naturelle de l'identité des spectres dus aux sels d'une même base, ou de leur variabilité dans d'autres circonstances. Mais c'est seulement l'étude de la conductibilité électrique des gaz qui montra combien cette idée est fertile en applications.

A l'état habituel, les gaz sont des isolants parfaits. Qu'on les soumette, au contraire, à certaines actions particulières, immédiatement ils deviennent des conducteurs suffisants pour qu'un électroscope se décharge très rapidement à leur contact. Toutefois, l'examen le plus superficiel montre que ces conducteurs ne ressemblent en rien à ceux avec lesquels on opère ordinairement; ils traitent, par exemple, la loi d'Ohm avec la plus parfaite désinvolture, comme s'ils étaient en quelque sorte insensibles aux variations du champ électrique. Certaines relations numériques entre les éléments du courant engendré à travers le gaz montrent qu'il s'agit ici d'un transport de l'électricité, et non d'un flux comme dans les conducteurs ordinaires. Cependant, la simple convection n'est pas suffisante pour expliquer ses causes et ses caprices, et c'est ici que la théorie de la dissociation révèle son étonnante fécondité. Timidement exprimée dans les travaux de Giese, l'idée du transport de l'électricité par les atomes ou les *ions* provenant de la rupture de la molécule s'affirme dans les recherches de Schuster et d'Arrhenius, puis gagne du terrain dans celles de Wiedemann, de Branly, de Villari, et des nombreux observateurs qui étudièrent, à la suite de Hertz, l'action de la lumière ultra-violette sur les corps électrisés.

Enfin parurent les rayons X, dont on constata bientôt la curieuse action sur les décharges électriques. Les théories antérieurement établies auraient peut-être permis de tout expliquer dès le premier jour si l'on n'avait pas opéré avec un peu de nervosité, se bornant parfois à des expériences rapides et contradictoires. Il fallut des mois pour passer au crible les matériaux rapidement amassés. Alors seulement, tout devint limpide, à tel point que la théorie de la dissociation ou de l'ionisation par les rayons X est de celles que l'on s'étonne le plus de n'avoir pas toujours possédées, tant elle est simple et tant les faits en imposent l'évidence.

I

Plus on multiplie les observations de toutes sortes, plus on charge la matière de qualités diverses. Les premières découvertes de la Chimie conduisirent à la conception de la molécule et de l'atome; l'électrolyse révéla les charges atomiques de même grandeur, tout en laissant provisoirement incertain le nombre d'ultimes individus composant la molécule. Les nombres indiqués par les formules chimiques suffisent aux faits élémentaires de l'électrolyse. Mais la spectroscopie exige des échafaudages plus complexes. L'existence d'une seule raie spectrale entraîne celle de deux mobiles décrivant des courbes périodiques autour d'un centre commun; les gaz dits *monoatomiques* se composent donc, au minimum, de deux atomes indépendants. Quant aux spectres composés d'un grand nombre de raies, ils nous révèlent des molécules compliquées, formées probablement d'un grand nombre d'atomes. Bien plus, comme nous l'avons rappelé, le spectre d'un même corps est souvent variable. Les raies des sources terrestres, identifiées comme position dans les spectres des corps célestes, se présentent sous des aspects divers; parfois même, elles disparaissent totalement. Le spectre du fer, par exemple, est plus ou moins complexe suivant la source, contenant moins de raies dans les étoiles nouvelles et à température très élevée que dans les astres plus vieux, ce qui, suivant M. Norman Lockyer, correspond à divers degrés de dissociation.

En détruisant la molécule, on rend donc la liberté à un grand nombre de corpuscules isolés, les ions, doués de propriétés bien différentes de celles de la matière dont ils sont les derniers représentants. C'est qu'ils portent des charges électriques libres et non plus neutralisées par des charges voisines. Ces charges deviennent, dans le champ électrique, de véritables propulseurs, forcant les ions à se mouvoir le long des lignes de force, et à les transporter dans les régions du champ où elles trouveront leur contre-partie. Quelques-uns parviennent jusqu'aux électrodes et y neutralisent des charges égales à celles qu'ils emportent, donnant l'illusion d'un véritable courant. D'autres se rencontrent sur une même ligne de force et, unissant leurs charges, forment le noyau d'une molécule nouvelle que respectera dé-

sormais la poussée du champ. Telle est l'idée du transport convectif par les ions; nous allons en examiner le détail.

II

On provoque la rupture d'un système matériel en appliquant en ses divers points des forces statiques suffisantes. On peut aussi arriver à ce résultat, si l'on met le corps dans un état d'intense vibration, comme on le fait dans des expériences classiques d'acoustique. C'est ainsi que l'on brise la molécule en appliquant des forces attractives aux atomes qui la composent, ou en lui faisant absorber des vibrations de l'éther, synchrones de celles qu'elle effectue naturellement, jusqu'à ce que l'énergie cinétique de ses parties surpasse l'énergie potentielle de leurs attractions mutuelles. Il faut, toutefois, pour que cette dernière action puisse se produire, que la molécule soit libre de vibrer suivant sa propre période, et que son énergie ne se dissipe pas dans les molécules voisines. C'est évidemment dans les corps gazeux que l'on devra trouver les effets ionisants les plus énergiques, et ce sont ces derniers qui devront présenter la plus fréquente dissociation.

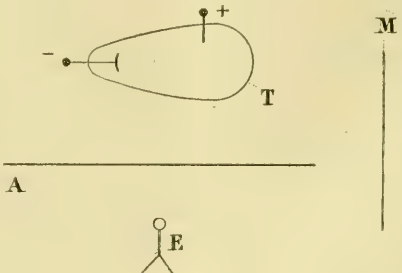


Fig. 1. — Un écran A intercepte les rayons émanés d'un tube de Crookes T et s'oppose à la décharge de l'électroscope E; cette décharge est provoquée, au contraire, par la présence de la plaque métallique M.

L'air, par exemple, absorbe fortement les radiations de longueur d'onde inférieure à $0\mu,265$ et totalement, sous une faible épaisseur, les radiations inférieures à $0\mu,18$, comme l'a montré M. Cornu dans ses classiques recherches sur le spectre. Comme conséquence, l'air éclairé par certaines lumières ultra-violettes devient conducteur, et, sous cette nouvelle forme, agit puissamment sur les décharges électriques. Il en est de même de l'air échappé des flammes ou des gaz traversés par l'étincelle.

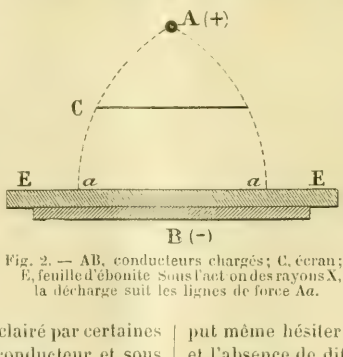


Fig. 2. — AB, conducteurs chargés; C, écran; E, feuille d'ébonite. Sous l'action des rayons X, la décharge suit les lignes de force Aa.

D'ailleurs, la certitude d'une transformation d'ordre chimique nous est donnée par le fait que le gaz soumis aux diverses actions qui favorisent les décharges conserve, pendant un temps plus ou moins long, ses propriétés nouvelles. Les gaz échappés de la flamme et complètement refroidis sont encore des conducteurs passables, mais on leur enlève instantanément leurs propriétés en les dirigeant au travers d'un ozonateur, dont l'effluve est le plus puissant moyen de combinaison que l'on connaisse.

III

Après que les rayons X eurent été définitivement séparés des rayons cathodiques, on comprit que M. Lenard avait, le premier, indiqué leur action sur les corps électrisés. Cependant, la découverte, faite à peu près simultanément par MM. Benoist et Hurmuzescu, H. Dufour et J.-J. Thomson, de cette action particulière des rayons était parfaitement originale à l'époque où ils l'annoncèrent, puisque, dans le mémoire de M. Lenard, cette action était attribuée aux rayons cathodiques. On avait découvert la décharge de l'électroscope en faisant tomber les rayons sur les feuilles d'or ou sur un récepteur en communication métallique avec elles : il était donc naturel d'étudier d'abord l'influence du récepteur, que MM. Benoist et Hurmuzescu mirent bientôt hors de doute ; toutefois, ces habiles observateurs arrivèrent en même temps que M. J.-J. Thomson à la conclusion que la nature et la pression du gaz ambiant sont deux facteurs importants de l'action.

La nature des phénomènes était déjà suffisamment compliquée; elle le sembla plus encore après de curieuses expériences de M. Villari, d'où il sembla résulter que les rayons contournaient les écrans. On put même hésiter un instant entre ce phénomène et l'absence de diffraction que révélaient les effets optiques des rayons et l'on n'eut que plus tard la clef de cette contradiction.

La réflexion des rayons, qui induisit en erreur tant d'observateurs, à commencer par l'heureux initiateur des recherches, vint une fois de plus compliquer les phénomènes. M. Villari dirigea sur un électroscope (fig. 1) masqué par un écran, les rayons qu'il supposait réfléchis, et reconnut l'action bien nette du miroir. Nous en verrons plus loin la raison.

Enfin, quelques expériences de M. Righi apportèrent un premier éclaircissement à cette question jusque-là très complexe; voici la plus démonstrative :

Une lame conductrice (fig. 2) est recouverte d'une feuille d'ébonite. Au-dessus d'elle, on place un conducteur chargé et masqué par un écran. Après avoir dirigé un faisceau de rayons X parallèlement à la feuille d'ébonite, on la saupoudre du mélange de soufre et de minium servant à déceler la distribution électrique; l'une des deux poudres s'attache alors à l'écran d'ébonite, suivant un dessin assez semblable au contour de l'écran, mais qui n'est pas identique à sa projection vue du conducteur supérieur. Ce contour dessine l'extrémité des lignes de force qui, partant de ce conducteur, effleurent l'écran pour aboutir à la feuille d'ébonite.

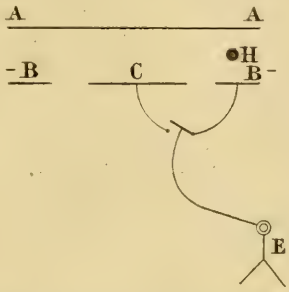


Fig. 3. — A, B, B, C, armatures; H, section d'un faisceau des rayons X coupant les lignes de force du champ; E, électroscope.

Dès cette époque, M. Villari et M. Righi purent définir l'action des rayons X sur les corps électrisés comme une *danse électrique atomique* le long des lignes de force du champ.

C'était, avec plus de pittoresque dans la forme, l'idée contenue dans les mémoires de M. J.-J. Thomson, qui avait insisté, dans une série de travaux remarquables, sur les relations quantitatives existant entre les résultats de l'expérience et ceux que l'on pouvait déduire de la théorie convective du phénomène.

Toutefois il manquait encore les expériences simples et typiques qui rendent une théorie populaire; on doit à M. J. Perrin d'avoir imaginé et réalisé des démonstrations après lesquelles le doute devient impossible.

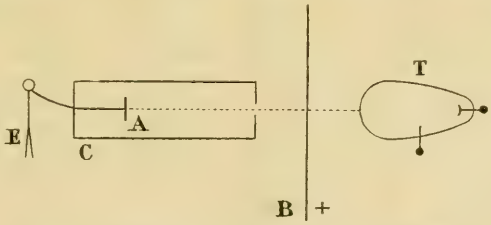


Fig. 4. — A, conducteur renfermé dans la cage de Faraday C; B, conducteur chargé. Les rayons X allant de B en A ne communiquent aucune charge à A. E, électroscope.

Voici peut-être la plus frappante de toutes :

Un condensateur se compose d'une armature large et d'un seul morceau (fig. 3), tandis que l'autre armature est formée d'un disque central entouré d'un anneau; ces deux conducteurs sont séparés par un sillon étroit et peuvent être réunis isolément à un électromètre.

Les armatures étant chargées, on fait passer parallèlement à leur direction, un faisceau de rayons X étroit et qui n'effleure pas leur surface. On commence par un bord de l'appareil, puis on déplace le faisceau lentement vers le milieu. Or on constate que, pendant le mouvement du faisceau, les échanges électriques ne se produisent qu'avec celle des deux parties de l'armature inférieure à laquelle aboutissent des lignes de force coupées par le faisceau.

M. Perrin a donné ensuite l'expérience tout opposée que voici. Un récepteur métallique est enfermé dans une cage de Faraday, munie d'une étroite ouverture (fig. 4). En regard de cette dernière est disposée une plaque d'aluminium chargée à un potentiel élevé. On dirige un faisceau de rayons X à travers la plaque sur le récepteur. Dans ces conditions, on ne constate pas le moindre échange d'électricité entre les conducteurs.

Ces deux expériences imposent la conclusion suivante :

Les rayons X provoquent des échanges électriques entre deux conducteurs toutes les fois qu'ils coupent des lignes de force aboutissant à ces conducteurs, et seulement dans ce cas.

Le contact des rayons avec les corps métalliques n'est nullement nécessaire pour que l'échange se produise; ce contact peut même n'avoir aucun effet.

Les premières expériences de M. Villari s'expliquent maintenant d'elles-mêmes; ce n'étaient point les rayons X qui empiétaient dans l'ombre géométrique de l'écran, mais au contraire les lignes de force qui en sortaient. Quant à l'action du *miroir*, elle est due bien certainement à une concentration des lignes de force sur le trajet des rayons.

IV

Une théorie n'est réputée acceptable que si, donnant la raison de certains faits, elle n'est en contradiction avec aucun autre; tant que l'on reste dans les termes vagues d'une philosophie générale, la deuxième partie de cette proposition impose son

veto à toute idée contre laquelle il est possible d'élever une seule objection. Mais, en pratique, il faut savoir faire crédit. Une théorie n'arrive pas d'un seul coup à la perfection ; il suffit parfois d'un rien pour la sauver et lui permettre de rendre pendant longtemps d'importants services.

La théorie de l'ionisation par les rayons X se développa dans ces conditions un peu précaires. Dès le début, on crut observer que les diélectriques solides déchargent, à l'égal des gaz, les conducteurs qui s'y trouvent plongés; or il est bien difficile de relier la convection à l'état solide. Mais on reconnut bientôt que, dans le cas des solides, les courants étaient de très courte durée; à la rigueur, on arrivait à décharger un électroscope ou à actionner un téléphone à travers un diélectrique soumis au rayonnement du tube. Jamais il ne fut possible d'entretenir un courant continu; même, lorsqu'on relia l'électroscope à des capacités importantes, on vit la décharge s'arrêter brusquement à mi-chemin dès que le diélectrique eut épuisé son pouvoir d'absorption.

Une autre objection, rigoureuse en apparence, a été formulée par MM. Percy Frankland et Mac Gregor. Ayant soumis à l'action des rayons X une solution d'un sel très aisément dissociable et doué du pouvoir rotatoire, ils ne trouvèrent aucune modification des propriétés optiques de la solution. La réponse découle d'elle-même de l'étude quantitative du phénomène. Si l'on calcule, en effet, quelles sont les quantités de gaz dissociées par les rayons en partant des charges qu'ils neutralisent, on arrive à une proportion remarquablement faible. Dans des conditions ordinaires, ainsi que l'ont montré MM. J.-J. Thomson et Rutherford, il ne se trouve en moyenne qu'une molécule dissociée pour trois milliards que rencontre le faisceau[1].

Cette ionisation doit donc échapper aux méthodes d'examen qui ne sont pas d'une extraordinaire sensibilité. La méthode électrique doit ici ses avantages à la grandeur des charges atomiques.

Il ne semble donc pas que la théorie de l'ionisation par les rayons X rencontre de bien sérieuses difficultés. Si on l'admet, les relations expérimentales trouvées entre les constantes du champ électrique et la quantité d'électricité transportée présentent un accord remarquable avec les résultats que le simple bon sens permet de prévoir. Ainsi, MM. J. Perrin et J.-J. Thomson ont montré simultanément que le transport augmente d'abord avec l'intensité du champ, à peu près proportionnellement à sa valeur; puis l'intensité du courant s'approche insensiblement d'une valeur limite, variable avec l'intensité des rayons, et qui est atteinte lorsque tous les ions formés dans la masse gazeuse sont immédiatement utilisés pour le transport des charges.

Les relations entre l'intensité du transport d'une part, et la pression ou la température du gaz d'autre part sont bien d'accord avec les conclusions *a priori* que permettent de tirer les faits généraux reliés par les théories ordinaires de la dissociation.

V

Nous avons négligé jusqu'ici l'action directe des rayons X sur le récepteur solide faisant partie du système électrique. MM. Benoist et Hurmuzescu ont mis, comme nous l'avons dit, cette action hors de doute par des expériences ayant porté sur un grand nombre de métaux. Cet effet complique un peu la théorie de l'ionisation, mais pas assez pour la rendre défectueuse.

L'action spécifique du récepteur peut avoir des causes diverses. On sait, par exemple, que les rayons X se transforment en rayons d'une autre nature lorsqu'ils frappent un corps quelconque, et cette action a fait croire pendant longtemps à la possibilité de les réfléchir sur des miroirs particuliers. Or, il est parfaitement admissible que ces rayons transformés, dont la qualité — on le sait aujourd'hui — dépend de la nature du corps frappé, produisent une ionisation supplémentaire s'ajoutant à la dissociation primitive du gaz.

On pourrait penser aussi, à l'exemple de M. Perrin, que les gaz se trouvent, au voisinage du métal, dans un état très voisin de la dissociation, et que la couche mince qu'ils forment est détruite très aisément par les actions extérieures. On s'expliquerait ainsi comment l'instabilité des molécules compense l'extrême minceur de la couche, de façon à ce que le produit soit comparable en grandeur aux actions observées dans une couche gazeuse de grande épaisseur. Cette explication ne fait d'ailleurs que préciser celle que donnait M. Benoist en disant que l'action des rayons sur le récepteur est due à la couche de gaz qu'il condense.

Cette action particulière des rayons nous ramène à un ancien travail de MM. Lenard et Wolf exposé, il y a quelques années déjà, dans la *Revue*. A la suite des belles expériences de Hertz, sur la dissipation de l'électricité par la lumière ultra-violette, ces deux habiles physiciens avaient pensé démontrer que le transport des charges a lieu par les poussières arrachées à la surface du métal. Pour en constater l'existence sur le trajet des charges électriques, MM. Lenard et Wolf employaient le

[1] Il s'agit ici du nombre moyen de molécules décomposées dans la durée très courte du passage des rayons X, à travers le gaz, l'ionisation est certainement beaucoup plus considérable, mais elle disparaît rapidement dans le champ électrique.

réactif découvert, après les remarquables travaux de Coulier, par M. Aitken et R. von Helmholtz. Ils lançaient, sur le point à examiner, un jet de vapeur sursaturante, qui blanchissait à la rencontre du flux de particules chargées. Or on sait aujourd'hui que la condensation se produit non seulement sur des particules solides, mais encore sur les ions libres, à tel point qu'il suffit de faire passer des rayons X sur le trajet de la vapeur pour voir immédiatement la condensation s'opérer. Il est donc parfaitement possible que les noyaux de condensation, dans les belles expériences de MM. Lenard et Wolf, ne fussent autre chose que les ions échappés à la couche gazeuse voisine du métal et prête à l'ionisation.

VI

Si nous avons rapproché l'ionisation par les rayons X de leur action sur les corps électrisés, c'est seulement parce que ces derniers phénomènes conduisent, par une série logique de faits et de raisonnements, à des conclusions ayant un haut degré de probabilité. Mais cette ionisation par les nouveaux rayons provoque d'autres actions. Peut-être pourrait-on dire que tous les phénomènes auxquels donnent naissance les rayons X ne sont que des manifestations diverses de leur pouvoir ionisant.

Il semble inutile d'insister sur leurs actions photographiques, qui consistent en une simple décomposition du sel d'argent et qui, par conséquent, conduisent directement à l'idée que les rayons X sont susceptibles de produire cette décomposition.

L'origine des actions lumineuses est moins évidente ; cependant, on la découvre aussi dans l'ionisation en y regardant de près. Les recherches déjà anciennes d'Edmond Becquerel, celles plus récentes de M. E. Wiedemann et de ses élèves, ont conduit à admettre que les corps phosphorescents sont constitués par un mélange d'un certain composé chimique et d'une impureté qui s'y trouve à l'état très divisé, le tout formant, suivant l'expression fort juste de M. van t'Hoff, une *solution solide*. Les expériences faites avec les rayons X n'ont fait que confirmer cette idée, puisque les corps chimiquement purs ne semblent donner aucune lumière sous l'action des rayons X.

On peut admettre que, dans une telle solution, les rayons X produisent une double décomposition, et que le retour au premier état se fait à son tour avec un dégagement plus ou moins abondant de lumière.

MM. Silvanus-P. Thompson et Jackson ont montré, en effet, que le spectre des lueurs émises par les écrans contient toujours les raies de la base qui s'y trouve en plus grande quantité.

L'action chimique résulte aussi du fait bien établi de la fatigue des écrans, facile à observer lorsqu'on fait tomber uniformément un faisceau de rayons X sur un écran dont certaines parties ont été préalablement exposées à la même action.

La nature de cette transformation ressort plus nettement encore des phénomènes présentés par les écrans thermoluminescents, si bien étudiés par MM. Wiedemann, Arnold, G.-C. Schmidt et W. Hofmann. Une solution solide de sels, exposée pendant un certain temps à une radiation particulière, n'émet pas la moindre trace de lumière. Mais, lorsqu'on vient à la chauffer, elle donne, pendant un court instant, une lueur très vive, tandis que le sel retourne à son état primitif. L'action sur les écrans de cette nature a été observée aussi dans le cas des rayons X, particulièrement par M. Arnold.

On peut donc admettre, avec un haut degré de probabilité, que les actions lumineuses, photographiques, électriques des rayons X ne sont que trois formes distinctes d'une action chimique, d'une ionisation de la molécule, dont on observe soit les effets directs, soit les actions secondaires, c'est-à-dire le retour à l'état intégral.

VII

Nous avons laissé de côté jusqu'ici les actions physiologiques des rayons, qu'il convient d'abord de rappeler sommairement.

Plusieurs personnes soumises à une exposition prolongée aux rayons X ont vu se produire des lésions d'une espèce particulière, assimilables à l'insolation, mais souvent plus intenses ; les dermatites suivies de chute du poil, les suppurations, la perte des ongles, telles ont été les conséquences de l'action des rayons qui ont même occasionné des plaies profondes, des abcès ou des périostites localisées ; comme compensation ils auraient pu être employés avec succès, — nous disent plusieurs auteurs, — dans la réduction des tumeurs et des foyers tuberculeux, dans la guérison de l'ankylose musculaire, et dans un certain nombre d'autres cas. Toutes ces actions sont de celles que l'on obtient à des degrés divers par des caustiques ou des révulsifs.

Admettons pour un instant que les rayons X produisent l'ionisation des tissus : que devra-t-il en résulter ?

Les ions libres, alcalis ou acides très diffusés, agiront sur chaque parcelle de matière organique, d'abord comme excitant, ensuite comme corrosif. Cette action ne se distinguera de celle que l'on obtient à l'aide d'injections hypodermiques que par l'extrême division de l'agent chimique ; elle sera plus complète et ne donnera pas naissance à

des lésions locales sans que l'ensemble soit atteint.

On trouve même, dans quelques cas, celui de l'épilation par exemple, une analogie plus évidente. Cette opération se pratique, comme on sait, à l'aide du courant électrique par la production, sur le bulbe même du poil, de l'alcali ou de l'acide provenant de la décomposition des liquides organiques. On n'aura donc pas de peine à admettre qu'une action analogue, due aux rayons X, puisse être attribuée à la même cause immédiate, c'est-à-dire à un effet de nature purement chimique.

La réduction des tumeurs ou des foyers tuberculeux est fort probablement un effet de cautérisation par les ions. Quant à la diminution de l'ankylose musculaire, elle semble due simplement à l'excitation produite par les éléments caustiques répandus uniformément dans toute la matière du muscle.

On peut généraliser cette idée et penser que l'insolation, dont l'origine semble bien indépendante de la température atteinte par le derme, est attribuable à une cause analogue.

Les actions sur les microbes ont été contestées. Les mêmes bacilles, exposés à l'action des rayons, se sont montrés sensibles ou insensibles suivant le milieu de culture. Rien n'est plus simple dès lors que d'admettre que les rayons X n'agissent pas directement sur les bacilles, mais seulement par l'intermédiaire des ions créés au sein du milieu dans lequel ils vivent.

Cette action des ions sur les bacilles n'a rien qui doive surprendre. D'une part, nous savons qu'ils sont d'un ordre de grandeur tel que leur contact individuel puisse être ressenti par les microorganismes. Les plus petits bacilles connus n'ont guère que 1/10 à 1/20 de micron dans leur plus grande longueur. La molécule est 100 à 1.000 fois plus petite. Les ions sont donc, comparés aux plus petits bacilles, ce que le petit plomb est à l'oiseau, ou la chevrotine aux cerfs ou aux chevreuils. De plus, les ions portent des charges électriques dont les effets peuvent être puissants, et il n'est pas absurde d'admettre qu'un bacille, ayant rencontré un ion isolé, soit anéanti ou fortement atténué.

A première vue, ces déductions semblent bien hypothétiques, et l'on serait peut-être tenté de les reléguer dans le domaine de la fantaisie pure si l'on n'avait quelques vérifications de la théorie qui vient d'être exposée.

Dans un travail récent, MM. Th. Paul et B. Krönig, étudiant l'action de divers sels sur les spores et les bacilles, ont trouvé que les combinaisons halogénées du mercure ont un pouvoir désinfectant proportionnel à leur degré de dissociation; que, de plus, les alcalis simples, présentant à peu près le même degré de dissociation, ont sensiblement le même pouvoir désinfectant, alors que la solution ammoniacale, peu dissociée, désinfecte beaucoup moins. Il semble donc que, dans certains cas, l'action sur les microbes est liée de près à la dissociation et il ne serait pas surprenant qu'il en fût de même pour les rayons X.

Si nous rapprochons ces résultats de l'action assainissante des rayons solaires et de la lumière en général et du pouvoir ionisant bien connu des radiations, nous aurons groupé dans une même idée un ensemble de faits disparates, et apporté à la nouvelle théorie une probabilité que n'eût pas fait soupçonner le simple énoncé de l'une quelconque des expériences que nous venons de mentionner.

On peut étendre cette théorie dans une autre direction : MM. d'Arsonval et Charrin ont les premiers appelé l'attention sur l'action des courants de haute fréquence sur les microorganismes. Cette action est restée mystérieuse jusqu'ici parce qu'on a coutume de dire que les courants changeant très rapidement de sens ne produisent aucune électrolyse. Cela est vrai si l'on borne la notion d'électrolyse à un dépôt de matière au voisinage des électrodes. Dans le cas du courant continu, il se forme, dans le circuit électrolytique, des chaînes moléculaires complètes, et l'on trouve, aux deux électrodes, des quantités de matière électro-chimiquement équivalentes à la quantité d'électricité qui a passé d'une électrode à l'autre. Mais, lorsque les courants changent très rapidement de sens, les phénomènes se brouillent, les chaînes se rompent à chaque instant, et les produits de la décomposition par chaque courant partiel restent en partie à l'état libre. Les ions peuvent alors agir individuellement et produire l'atténuation des virus, l'excitation du muscle, la vascularisation, et tous les phénomènes fort intéressants observés pendant le traitement par les courants de haute fréquence.

Les actions physiologiques des rayons X et des courants de haute fréquence n'auraient pas alors une analogie de hasard; la cause ultime serait dans les deux cas la même.

Je ne me dissimule pas l'imprudence qu'il y aurait à enregistrer comme l'expression des faits les hypothèses que je viens d'accumuler; elles cachent encore plus d'une difficulté, et le contrôle serré de l'expérience leur fait en partie défaut; mais elles ramènent à une même idée, grâce à de frappantes analogies, une série de faits épars jusqu'ici et considérés comme inexplicables dans l'état actuel de nos connaissances. Cela seul suffira, je l'espère, à leur assurer l'indulgence.

Ch.-Ed. Guillaume,
Docteur ès sciences,
Physicien au Bureau international
des Poids et Mesures.

LES DIAMANTS DU CAP

L'importance du commerce des diamants bruts et le nombre considérable de millions que représentent chaque année les quantités nouvelles de cette précieuse marchandise écoulées dans le monde, sont, pour quiconque a eu en mains les éléments du problème, une véritable curiosité économique. N'est-il pas singulier, en effet, de voir que cette substance, assurément d'un bel aspect, mais à peu près sans autre emploi que la parure et qui, par l'usure et les pertes, ne subit, on peut le dire qu'un déchet insignifiant, trouve ainsi un débouché annuel régulier de peut-être deux cents millions de francs et que le goût, que la mode de ces pierres brillantes se perpétuent ainsi de génération en génération ? Le cours des diamants présente, malgré d'inévitables fluctuations, une fixité relative qui surprend à côté des brusques soubresauts auxquels est soumis notamment le marché de toutes les autres gemmes, et cela tient, sans doute en partie, à ce qu'on s'en lasse moins que des pierres de couleur ou de fantaisie, tantôt prises, tantôt abandonnées par le changeant caprice féminin ; mais c'est aussi la conséquence d'une très savante et très particulière organisation industrielle, qui équivaut, pour le diamant, à un immense monopole étendu au monde entier et dont il n'existe guère d'autres exemples pour aucun produit utile. Ce monopole est celui des mines de diamants du Cap, mines également des plus originales par leur constitution géologique, par leur mode d'exploitation et même par leur histoire. Ayant eu l'occasion de les visiter récemment, nous avons pensé que quelques notes sommaires sur ces divers aspects de la question pourraient offrir un certain intérêt, même sans aborder une étude approfondie du sujet, qui trouvera sa place ailleurs [1].

I

On sait fort peu, jusqu'ici, dans le public que, depuis une vingtaine d'années, l'Afrique australe et, pour préciser, le pays du Griqualand West (au sud-ouest de ce Transvaal devenu célèbre pour ses mines d'or) est à peu près seule à alimenter en diamants les vitrines des joailliers. Les noms de Golconde (dans l'Inde), où il n'exista jamais de mine, ou de Diamantina au Brésil, où la production est tombée à un chiffre presque nul, sont assurément les premiers qui se présenteront à l'esprit de la plupart de ceux ou de celles qui ont l'occasion d'acheter ou de porter des diamants, tandis que presque aucun d'entre eux ne connaît celui de Kimberley, la ville du Griqualand d'où, actuellement, ils proviennent tous.

Il règne même, à ce sujet, quelques idées très fausses, et la réponse presque instinctive d'une personne à la parure étincelante, dont tous les diamants sont en réalité sud-africains, sera, si vous lui parlez des diamants du Cap, de dire, avec une moue de dédain: « Oh oui, de mauvais diamants jaunes. » Ces préjugés, en dehors d'une certaine part de vérité qui leur a servi de prétexte, s'expliquent assez aisément par deux mots d'histoire.

Il y a bien peu de temps, en somme, que le diamant a commencé à être autre chose qu'un simple objet de curiosité, dont la rareté paraissait faire le plus grand prix, et à sortir des trésors royaux ou princiers pour entrer dans l'usage courant. On sait que le clivage — sur lequel repose l'opération de la taille — n'a été découvert que vers 1600. C'est sous Mazarin seulement qu'on commença à faire des roses, et le brillant actuel en 32 (soit à 58 facettes) date à peine de la fin du XVIIIe siècle.

Jusqu'au début du siècle dernier, tous les rares diamants qui pénétrèrent en Europe y arrivèrent de l'Inde, où Golconde était l'un des centres commerciaux, et chacun de nous a appris, étant enfant, qu'il existait de merveilleux diamants dans les trésors des rajahs.

Le Brésil, lui, n'a fait son apparition que vers 1727, et ses produits commencèrent même par se heurter à un dénigrement systématique, analogue à celui que l'on a opposé aux diamants du Cap.

Comme le commerce du diamant est, par sa nature même, très sensible à tous les caprices du goût, à toutes les modifications économiques, et comme il exige nécessairement, chez ceux qui s'y livrent, la formation de stocks d'une valeur très considérable, sur lesquels les pertes peuvent devenir énormes, la découverte de grands gisements nouveaux y amène aussitôt une perturbation profonde, contre laquelle les intéressés essaient de se défendre de leur mieux. Quand, en 1727, on trouva les mines de Diamantina et de Bahia au Brésil, il se produisit une crise intense, et, pour écouler sans trop de déficit les diamants de l'Inde qu'ils avaient en caisse, les commerçants cherchèrent à persuader aux acheteurs que les nouveaux diamants du Brésil étaient d'une qualité très inférieure, ou même qu'il n'existait pas du tout de diamants au Brésil, tandis que les exploitants du Brésil, d'autre part,

[1] Voir *Les Diamants du Cap*, 1 vol. in-8°, à paraître chez Baudry, 1897.

commençaient par expédier leurs diamants au Bengale pour les en faire revenir avec la marque indienne. C'est un peu ce qui s'est produit quand, en 1870, on a commencé à exploiter les mines du Cap. Là surtout, les gisements étaient tellement abondants et l'on aurait pu aisément atteindre une production si colossale que les cours ont failli un moment s'effondrer. Pour les mines des autres pays, ou même pour les diamants déjà en magasin, le commerce devenait impossible, à moins de se borner à fournir des pierres de qualité tout à fait supérieure, atteignant alors des prix tout particulièrement élevés, tandis que le Cap pouvait donner, à lui seul, une quantité absolument inusitée de pierres de toute espèce, et surtout de grosses pierres, parmi lesquelles celles d'une teinte et d'une eau secondaires étaient nécessairement les plus communes. On s'efforça alors de faire croire au public que le Cap n'en produisait pas d'autres[1], afin de placer à plus haut prix les anciens diamants du Brésil, et les acheteurs confiants s'imaginèrent que tous les beaux diamants qu'ils voyaient arrivaient du Brésil, tandis qu'ils attribuaient au Cap toutes les pierres défectueuses, et elles seules. La vérité est que toutes les exploitations de diamants autres que celles du Cap sont aujourd'hui fermées et que, par suite, beaux ou laids, tous les diamants mis en circulation sont sud-africains.

II

Quels sont donc ces gisements si extraordinaires que leur exploitation a pu ainsi tuer toute concurrence, et sous quelle forme s'y présentent donc ces minéraux, que nous connaissons surtout taillés et montés en broches, en branches, en bagues ou en pendants d'oreilles? C'est ce qu'il est assez facile de faire comprendre, sans entrer pour cela dans des considérations bien ardues et bien savantes.

Que l'on imagine, au milieu de cet immense plateau nu et désolé qui constitue ce que l'on appelle le désert du Karoo dans l'Afrique Australe, une région d'environ 200 kilomètres de longueur, où l'on découvrait à la surface, quand on y pénétra pour la première fois, comme des boutons sur une plaque de tôle, un certain nombre de protubérances, formées d'une roche grise ou jaunâtre très différente des terrains avoisinants. Cette roche est la roche diamantifère. Au-dessous de chacune de ces bosses, qui peut avoir 100 à 600 mètres de diamètre au maximum, s'enfonce dans le sol, verticalement, pareille à la tige du boulon auquel nous pensions tout à l'heure, ou encore à quelque grande colonne, une masse de cette même roche, recoupant à l'emporte-pièce les feuillets horizontaux des couches encaissantes. Dans l'intérieur de la colonne se trouvent les diamants, tandis qu'il n'en existe aucun au dehors. L'exploitation consiste donc à enlever, depuis son affleurement jusqu'à sa limite non inconnue en profondeur, chacune de ces colonnes de roche diamantifère par tranches horizontales successives, un peu comme on découpe un saucisson, et, à mesure qu'on avance dans cette exploitation en tranchée à ciel ouvert, on forme un grand puits vide, une gigantesque cheminée béante, une sorte d'immense cratère, qui s'enfonce de plus en plus profondément dans le sol et dont, jusqu'ici, on n'a, dans aucun cas, trouvé l'extrémité.

Ce qu'il y a de très particulier dans ces colonnes de roches diamantifères, indépendamment des diamants ou autres pierres précieuses qu'on peut y rencontrer, c'est d'abord la façon dont les parois verticales du cylindre sont nettement tranchées et striées comme un fond de glacier; c'est aussi l'existence, au milieu de la masse, d'innombrables débris arrachés aux parois de la cheminée et souvent remontés de plus de 100 mètres au-dessus de leur point d'origine : débris de roches diverses, schistes, grès, ophites, mélaphyres, granits, etc., parmi lesquels certains, comme le granit, ne peuvent venir que de la profondeur, car ils n'existent pas dans cette partie de l'Afrique à la surface du sol.

Quand on essaie de s'expliquer ce phénomène, on est amené à admettre qu'il a dû se produire quelque chose dans ce genre : après s'être d'abord déposés et consolidés dans les eaux d'un grand lac, qui, pendant les anciennes périodes géologiques, a certainement couvert l'Afrique du Sud, les terrains horizontaux qui forment le plateau du Karoo ont été, au bout d'un temps plus ou moins long, perforés par un phénomène éruptif, peut-être par une explosion de gaz internes; alors se sont ouvertes brusquement ces cheminées de dégagement, dont l'orifice est comparable à ces cratères incomplets des pays volcaniques, souvent transformés plus tard en lacs, qu'on appelle les *gours* dans l'Auvergne, les *maare* dans l'Eiffel. Puis, il est monté de la profondeur une masse de roche, à l'état de fusion aqueuse, entraînant, avec des débris de granit ou des minéraux divers arrachés au sous-sol et des fragments de toutes sortes éboulés des parois de la cheminée, des diamants entièrement cristallisés sous une très forte pression en profondeur, et le tout s'est solidifié pour des siècles en attendant que l'homme vînt l'extraire de terre.

Cette cristallisation du diamant, qui, jusqu'à ces

[1] ...ustriellement, et c'est là ce qu'il y a d'exact dans ...préjugé en question, la valeur *moyenne* des diamants ... ...ts est sensiblement moindre au Cap qu'au Brésil ; ...mais les diamants de certains gisements africains, tels que ...eux du Vaal ou de Jagersfontein atteignent une beauté tout ...t fait comparable à celle des diamants brésiliens.

tout derniers temps, paraissait encore un phénomène singulièrement obscur, se conçoit aujourd'hui fort bien depuis les beaux travaux de M. Moissan, qui, on le sait, est parvenu récemment à reproduire en petit l'action des forces naturelles et à faire, dans son laboratoire, avec du charbon de véritables diamants.

Sans entrer dans le détail de ces expériences, on peut, du moins, en rappeler le principe.

Personne n'ignore — et Lavoisier, puis Dumas, deux chimistes français, ont particulièrement contribué à le prouver — que carbone, graphite et diamant, ces corps si distincts d'apparence et si différents de couleur, sont, en réalité, des états divers d'un même élément chimique : il restait à montrer la possibilité pratique de passer de l'un à l'autre. C'est ce que M. Berthelot, puis M. Moissan ont réussi à faire.

Pour obtenir, en particulier, la cristallisation du carbone à l'état de diamant, on s'est rendu compte qu'il fallait d'abord l'amener à l'état liquide, ce qu'on n'obtient que par une pression extrêmement intense, et c'est faute de cette pression que tous les essais de reproduction du diamant avaient échoué jusqu'à ces derniers temps ; car, à la pression ordinaire, le carbone présente cette particularité de passer, directement et sans transition, de l'état solide à l'état gazeux au lieu d'admettre la succession habituelle d'états physiques que l'on rencontre dans la plupart des autres corps, et que caractérisent, par exemple, pour la substance la plus connue, la glace, l'eau et la vapeur d'eau.

Quand le carbone cristallise à la pression ordinaire, sans passer par l'état liquide, il prend toujours, malgré les températures énormes de plus de 3.000° auxquelles on a essayé de le porter, la forme de graphite : M. Moissan l'a, au contraire, soumis à une forte pression en le dissolvant d'abord dans du fer en fusion, que l'on refroidit brusquement et qui, à ce moment, augmentant fortement de volume (comme la glace), se trouve comprimé violemment dans le vase où il était renfermé. M. Moissan a obtenu alors des diamants artificiels, qui sont, qu'on le remarque bien, des diamants vrais, absolument identiques par toutes leurs propriétés physiques, minéralogiques et chimiques, aux diamants naturels, mais seulement de dimensions microscopiques[1].

C'est ce qui s'est réalisé également dans les météorites ou dans les blocs d'acier de nos usines, où divers savants viennent de reconnaître la présence de petits diamants cristallisés au milieu d'une masse de fer. C'est aussi approximativement ce qui a dû se produire en grand dans les cheminées diamantifères du Cap, ou plutôt au-dessous d'elles.

L'étude de la Géologie conduit à admettre comme très vraisemblable l'existence, dans les profondeurs de la terre, d'un bain de fonte en fusion, où le fer et les autres métaux doivent être associés au carbone, et c'est par la scorification de cette fonte magnésienne sous l'intervention d'une certaine quantité d'eau brusquement introduite par des fissures du sol, que l'on explique, en général, la formation des roches éruptives analogues à la roche diamantifère du Cap. On peut donc supposer que la consolidation soudaine d'une partie de ce magma igné, à la suite de l'explosion (produite peut-être par la pénétration d'une venue d'eau extérieure) qui a perforé le plateau Sud-Africain de cette série de cheminées cylindriques, a déterminé la cristallisation des diamants en profondeur et que ces diamants ont été entraînés par une sorte d'émulsion de la roche, qui s'est élevée dans les cheminées et les a remplies.

On a une preuve indirecte assez curieuse de la pression à laquelle les diamants ont été soumis et de l'état de tension où ils se trouvent encore, dans le fait que certains diamants, une fois extraits de la roche, se fendent ou éclatent après un temps variable.

Quoi qu'il en soit, la répartition des diamants dans ces gisements du Cap, dans ce que les mineurs appellent « la roche bleue », présente une particularité remarquable et d'une grande importance industrielle : c'est sa régularité relative sur une même verticale, régularité que l'on a trop exagérée, mais qui n'en est pas moins d'autant plus frappante que la proportion des diamants est, en réalité, extrêmement faible.

Que l'on ne s'imagine pas, en effet, d'après ce que nous avons dit sur la richesse de ces mines, une roche constellée de diamants et où l'on en voit apparaître de tous les côtés ; on peut, au contraire, se promener sur toute la longueur des chantiers d'exploitation sans apercevoir la plus minime pierre précieuse. Et cela est tout naturel quand on songe qu'une teneur de 1 carat (205 milligrammes) par wagonnet d'un demi-mètre cube, c'est-à-dire de 35 centigrammes au mètre cube, 27 centigrammes à la tonne, ou encore de $\frac{1}{3.690.000}$ en poids, est celle des mines les plus prospères, c'est-à-dire qu'il faut fouiller à fond près de 3 mètres cubes de roche pour y rencontrer en moyenne un petit diamant d'un gramme, et, comme la masse contient beaucoup de diamants plus gros (on en a trouvé un de 971 carats) qui viennent relever fortement la

[1] Ces travaux sont tout à fait récents ; car le mémoire d'ensemble qui en expose les résultats détaillés, a paru seulement dans les *Annales de Chimie et de Physique* en août 1896.

moyenne, en pratique, c'est beaucoup plus encore de la roche qu'il faudrait examiner.

Un calcul très simple montre, d'ailleurs, comment cette teneur, qui semble, au premier abord, si faible, suffit pour donner, avec de grandes industries puissamment outillées comme celles de Kimberley, des résultats très fructueux ; le carat de diamant brut vaut, en effet, en moyenne, sur la mine, 32 francs; les frais d'extraction sont de 12 francs ; le bénéfice net de 20 francs ; avec une extraction de 2 millions 1/2 de carats, qui a été celle de Kimberley en 1895, on arrive à un bénéfice net de 50 millions et l'on s'explique alors comment on peut rémunérer largement, avec une production de ce carbone brillant et dur appelé le diamant, — qui représente à peine une demi-tonne par an et ne remplirait pas 150 litres, — une industrie dont le capital réel, aux cours actuels, représente 600 millions de francs, c'est-à-dire, pour prendre un point de comparaison bien connu, quatre fois et demi le capital des mines de houille d'Anzin qui produisent, elles, par an, environ 3 millions de tonnes de carbone sous une autre forme.

III

L'histoire de ces mines de diamants du Cap présente, en dehors d'un véritable intérêt romanesque, tenant aux formes tout à fait extraordinaires et pittoresques par lesquelles ont passé les exploitations, un enseignement économique et social qu'il peut être bon d'ajouter à beaucoup d'autres du même genre : il est, en effet, peu de cas, où se soit montré plus nettement l'avantage, pour créer rapidement dans un désert une industrie rudimentaire et un semblant de colonisation, d'avoir affaire à des bandes d'aventuriers, prêts à tout risquer sur la chance d'une carte, et à persévérer dans une folie commencée avec cette obstination anglo-saxonne, qui transforme parfois un désastre imminent en un merveilleux succès. Mais jamais surtout on n'a vu d'une façon plus évidente combien les efforts individuels et désordonnés d'hommes sans instruction et sans discipline devenaient vite impuissants en face d'une industrie minière, commençant à sortir de l'enfance, et combien, dès qu'on se heurte à ces inévitable difficultés, qu'un peu d'expérience technique et professionnelle permet seule de résoudre, il faut, pour réussir, l'unité d'une direction ferme, un outillage puissant, de longues immobilisations de capitaux et de forces dans des travaux d'avenir, en apparence improductifs au moment où on les exécute, enfin des prévisions commerciales et économiques à longue échéance, mises à profit par une savante organisation financière.

En France, où nous poussons volontiers à l'excès cette prudence de vieillards timorés, qui voudraient voir l'État imposer des bourrelets et des lisières à tous les citoyens, pour leur épargner le danger des chutes, et où l'usage est d'apprendre longuement à nager sur la terre ferme avant de se risquer au bain, on applique souvent, dès la première période des découvertes aventureuses, la machinerie compliquée de ces rouages savants, qui deviendront indispensables plus tard, mais qui, au début, ne font que gêner en tournant à vide, — l'on voit parfois se former — même dans des cas où tout le monde est de bonne foi — de vastes sociétés à frais généraux considérables, qui commencent par construire des usines très perfectionnées pour s'apercevoir ensuite, quand tous les fonds sont épuisés, qu'elles n'ont pas de minerai à leur fournir.

En pays anglo-saxon, c'est l'inverse; tout le monde commence par se jeter à l'eau sans savoir comment on s'en tirera. Cela fait d'abord une mêlée où l'on se rudoie réciproquement, et où tous les faibles et les malheureux coulent à fond; mais, sur cent, il s'en trouve toujours bien un qui a l'instinct de la nage et, après un premier moment de désarroi, arrive à régler ses mouvements : dans le nombre des prospecteurs qui s'attaquent à un filon vierge, l'un rencontre une veine tellement riche que, malgré son ignorance et ses fautes, il fait fortune; alors il s'outille peu à peu, s'instruit ou paie des gens instruits pour le servir et, cahin-caha, l'industrie s'organise, les capitaux arrivent, attirés par le premier succès; de grandes sociétés se forment et fusionnent entre elles; une exploitation rationnelle commence qui, assurément, trouve devant elle beaucoup de richesses irrémédiablement gâchées par l'imprévoyance des premiers travailleurs, mais qui, d'autre part, a cette supériorité énorme de marcher sur un terrain reconnu et, suivant l'expression consacrée, d'entrer dans une maison dont on a essuyé les plâtres. Dans l'espace de vingt-cinq ans, qui constitue toute l'histoire des mines diamantifères de Kimberley, nous allons voir ainsi débuter par un éparpillement d'efforts isolés, qui offrait une des caricatures les plus réussies d'individualisme qu'on puisse concevoir et qui faillit conduire à la ruine générale, pour aboutir à un gigantesque monopole industriel et commercial, embrassant le monde entier, à un paroxysme de centralisation, dont le monde latin n'a jamais fourni de meilleur exemple, et y trouver une remarquable prospérité.

IV

Quand, à la fin de 1870 et au début de 1871, on trouva, par hasard, dans le désert où s'élève au-

jourd'hui la grande ville de Kimberley, les premiers diamants, personne, parmi les audacieux qui accoururent en foule, n'avait la moindre idée de ces gisements nouveaux; aucun d'eux n'avait même vu une mine quelconque de sa vie; il n'y avait, d'ailleurs, dans le pays, aucune espèce de gouvernement ni de loi, cette région, appelée dans la suite le Griqualand West, étant alors rattachée à l'État d'Orange d'une façon toute théorique, et l'Angleterre, qui n'en soupçonnait pas la valeur, ne s'étant pas encore aperçue qu'elle devait logiquement lui appartenir.

Afin de mettre entre eux ce semblant de règle et d'ordre, qui est nécessaire, même dans une bande de mineurs au centre de l'Afrique, les premiers chercheurs de diamants adoptèrent, tout naturellement, les usages que nombre d'entre eux avaient suivis déjà sur les gisements d'alluvions du Vaal, c'est-à-dire qu'ils divisèrent le sol par un réseau de lignes à angle droit formant une sorte de damier, en un certain nombre de petits carrés, ou *claims*, de 9^{m},45 de côté, dont le premier venu put prendre possession, à la condition d'y travailler personnellement et sans interruption, sous peine de déchéance; il arriva même assez vite, l'obligation du travail personnel étant bientôt tombée en désuétude, qu'on revendit des fractions de claims. On vit alors l'affleurement de la principale cheminée diamantifère, celle de Kimberley, qui a 150 mètres de largeur sur 300 mètres de longueur, se couvrir de près de 1.600 minuscules exploitations distinctes, consistant chacune en une fouille qui s'enfonçait verticalement dans le sol, avec l'idée d'arriver bien vite au fond de ce qu'on regardait alors comme une simple couche d'alluvions superficielles. Il faut avoir vu des photographies reproduisant ce premier état de choses, pour se faire une idée de l'invraisemblable chaos que représenta bientôt la mine de Kimberley, de l'aspect ruiniforme que prirent tous ces murs de minerai, constamment prêts à s'écrouler, tous ces piliers carrés restés en retard et perchés en l'air, toutes ces fosses plus avancées et plus profondes, dans lesquelles les eaux de pluie, bien que rares en ce pays, commencèrent vite à s'accumuler.

Ni une machine, ni un outil un peu perfectionné, ni un bois de charpente, ni même une cuve de métal; les objets les plus nécessaires à la vie, qu'il fallait apporter à travers des centaines de kilomètres de désert, se vendaient à prix d'or; l'eau était une marchandise infiniment précieuse.

Pour extraire les diamants de la roche, on la pulvérisait avec des pilons de bois et l'on se débarrassait des résidus encombrants comme on le pouvait, volontiers chez le voisin; au bout de peu de temps, les rixes furent continuelles; l'impossibilité d'accéder aux claims centraux, et d'en sortir le minerai, éclata d'une façon manifeste; tous ces coureurs d'aventures, indépendants et indociles, durent se résigner à accepter l'autorité d'un conseil minier, le *mining board*, constitué par eux, qui fut chargé des mesures d'intérêt général.

C'est ainsi que l'on expropria provisoirement une rangée de claims sur deux, dans la largeur, pour y établir des routes, où commencèrent à circuler des brouettes, puis des charrettes; que l'on y installa des appareils d'extraction sommaires, formés de quelque tronc contourné de mimosa, placé obliquement et portant une poulie avec un câble, au bout duquel le minerai fut chargé, d'abord dans des sacs de peau de bête, puis dans des vases en bois ou en fer; que l'on soumit chacun à une taxe pour payer les frais généraux de l'épuisement, du transport des stériles, de la police, etc., enfin qu'il s'organisa, par la nécessité même des choses, un rudiment de société régulière.

On supposait toujours que l'on avait affaire à une poche d'alluvions un peu plus profonde que d'habitude et dont on rencontrerait bientôt la fin; aussi les propriétaires des rangées de claims expropriés n'avaient-ils pas trop réclamé au début; mais on avait beau descendre, cette soi-disant poche gardait toujours les mêmes dimensions, les chemins que l'on devait creuser pour accéder au centre prenaient des pentes invraisemblables; enfin, les murs verticaux ne pouvant se maintenir sur de pareilles hauteurs, il fallut donner à l'ensemble de la fouille une forme de cratère évasé, c'est-à-dire entamer le terrain stérile sur les bords, dans la zone où, sans prévoyance aucune, on avait commencé par accumuler les débris, afin d'assurer aux parois extrêmes, qui perdaient toute stabilité en s'allongeant ainsi, une inclinaison convenable.

Dès 1873, moins de trois ans après la première découverte, l'exploitation de Kimberley avait déjà pris l'aspect d'un énorme entonnoir, de 50 à 60 mètres de profondeur, au-dessus duquel les 1.600 câbles aériens, servant à l'extraction des 1.600 petites propriétés du fond, dessinaient le plus étrange réseau de toile d'araignée.

Et l'on continua à descendre, en palliant tant bien que mal aux difficultés de plus en plus graves du travail; parfois, d'immenses morceaux des parois stériles s'éboulaient ou glissaient dans la tranchée, venant couvrir d'un épais manteau à déblayer la roche diamantifère et l'on voyait alors, pendant des semaines ou des mois, cette fourmilière d'hommes, travaillant au fond, uniquement occupés à réparer le désastre, à remettre à découvert péniblement la roche diamantifère, qu'une nouvelle chute de stérile viendrait peut-être réensevelir quelques jours après. Rapidement, les mi-

neurs isolés, sans capitaux, durent céder la place ; dans ces conditions, il se forma un certain nombre de petites sociétés, ou plutôt de petits syndicats, entre quelques financiers entreprenants, qui agglomérèrent les claims épars et les groupèrent entre eux, mais qui, eux-mêmes, dans les premiers temps, vers 1875, n'obtinrent pas des résultats bien brillants.

C'est surtout vers 1880 et 1881 que toutes les affaires diamantifères de Kimberley furent lancées dans le public anglais ou, comme on dit, *flottées;* dès le début de 1881, il s'était déjà formé quinze compagnies, dont le capital nominal d'émission atteignait 75 millions de francs. On commença aussitôt à spéculer, à Londres et au Cap, sur ces actions nouvelles ; la valeur des claims décupla en quelques mois ; celle des actions de mines quadrupla, en moyenne ; il y eut ce qu'on appelle un *boom*, c'est-à-dire une de ces hausses folles, dans lesquelles chacun s'imagine faire fortune du soir au matin.

Mais toutes ces sociétés nouvelles s'étaient constituées à l'anglaise, sur le papier, sans fond de roulement, les capitaux versés par les souscripteurs allant presque entièrement aux promoteurs de l'affaire ; pour travailler, on emprunta, et dans des proportions telles que les dettes atteignirent rapidement 300 millions.

Il arriva alors ce qui se reproduit toujours en pareil cas : l'industrie minière traversait une crise, il fallait remédier aux maux anciens par une organisation nouvelle, dont les préparatifs demandaient du temps; les résultats se firent trop attendre au gré des joueurs impatients; quelques-uns commencèrent à revendre leurs actions; la panique se mit parmi les autres, et, en 1883, il y eut, sur les affaires sud-africaines, un premier krach, dont nous avons vu la répétition presque textuelle deux ou trois fois depuis lors.

Ce krach coïncida avec deux phénomènes, reconnus, depuis plusieurs années, inévitables, l'un technique, l'autre commercial, que tous les ingénieurs français ayant eu à s'occuper de ces questions avaient facilement prédits. Techniquement, l'exploitation avait atteint la limite extrême de profondeur jusqu'à laquelle on peut exploiter en tranchée à ciel ouvert : il devenait urgent d'organiser une exploitation souterraine, dont les prétendus ingénieurs sud-africains, formés au hasard à Kimberley même, n'avaient pas la moindre idée; et cette exploitation rationnelle exigeait une entente complète entre les propriétaires des quatre grands gisements de la région, réduits dès lors à une quinzaine, dont quatre ou cinq principaux. Commercialement, la concurrence entre tous ces propriétaires et la surproduction, qui était la conséquence logique de cette division trop grande de la propriété, avaient déterminé une baisse telle sur le diamant que l'on finissait par travailler à perte ; là encore, un groupement des intérêts concurrents en une seule société, avec réglementation de la production, était indispensable. Le krach aidant, chacun y songea sérieusement et, non sans peine, après bien des tâtonnements et des essais infructueux, en six ou sept ans, on parvint à réaliser cette fusion, qui a constitué la Société actuelle de la de Beers.

Pour faire ce syndicat commercial, il ne suffisait pas de grouper les propriétaires de la mine de Kimberley, mine dont nous avons exclusivement parlé jusqu'ici, parce qu'elle a été la plus ancienne et, de beaucoup, la plus riche et la plus importante ; il fallait également s'entendre avec les trois autres grandes mines, mises surtout en valeur depuis 1883 : de Beers, Dutoitspan et Bultfontein. Parmi les chefs de file, entre lesquels porta surtout la discussion, il y avait la Compagnie française de Kimberley, constituée en partie sous les auspices de M. Porgès, la plus importante à cette époque, et dans laquelle étaient alors employés des hommes qui ont réalisé plus tard au Transvaal des fortunes colossales : MM. Wernher, Brit, Lionel Phillips, etc. : la Compagnie de Barnato, la de Beers C°, ayant à sa tête Cecil Rhodes, devenu si fameux depuis, la Griqualand West, de Dutoitspan où dominait G. B. Robinson, qui a donné son nom à la mine d'or la plus connue du Transvaal, etc. Nous citons tous ces personnages — qui sont aujourd'hui célèbres, dans le monde des affaires, comme ceux de généraux triomphants — pour montrer incidemment comment l'industrie diamantifère de Kimberley a été, en quelque sorte, la source de l'industrie aurifère du Witwatersrand, à laquelle elle a fourni au début tout son personnel, et qui a profité de l'expérience acquise là-bas, aussi bien en matière de finances qu'en matière de mines, pour éviter bien des écoles.

Entre les gros intéressés, il pouvait y avoir entente sur le principe d'une fusion ; mais il y eut naturellement rivalité sur le choix de celui ou de ceux au profit desquels elle se ferait, et c'est dans les discussions, les marchandages, les intrigues auxquels sa réalisation donna lieu, que M. Cecil Rhodes — aujourd'hui si célèbre, et surnommé par ses partisans le Napoléon du Cap — édifia, en même temps que sa fortune personnelle, son éclatante situation politique.

Si nous ne nous trompons, dès 1885, la fusion fut, un instant, un fait presque accompli ; un télégramme arrivant de Paris et l'industrie diamantifère du Cap, dans laquelle les intérêts français étaient alors considérables, se groupait tout entière autour

de la Société française de Kimberley ; une après-midi, les paroles avaient été échangées ; M. Cecil Rhodes notamment, au nom de la de Beers, avait donné la sienne ; le télégramme attendu n'arriva pas avant le soir, et la nuit porta conseil ; le lendemain, le journal de M. Cecil Rhodes, divulguant toutes les combinaisons en cours, tira sur elles à boulets rouges ; il était, dès lors, un allié indispensable ; tout l'édifice diplomatique s'écroula. Quatre ans après, la même fusion se réalisa ; mais, cette fois, au profit de la de Beers C°, avec le concours payé de M. Barnato, qui, de courtier en diamants suspect, passa membre du Parlement, tandis que M. Cecil Rhodes passait premier ministre et grand homme.

V

Nous n'avons pas, on le conçoit, l'intention de décrire ici en détail l'organisation financière assez compliquée qui, pour l'industrie des diamants, est résultée de cette fusion ; il y a là pourtant une question économique curieuse dont il faut dire quelques mots.

A tous les innombrables petits propriétaires, dont nous avons vu les travaux contigus et concurrents se juxtaposer en désordre sur les cheminées diamantifères du Cap, s'est, depuis 1889, substituée une et une seule société, la de Beers Consolidated C°, au capital de 98.750.000 francs — qui, par le fait de l'arrêt des mines au Brésil et d'une entente implicite avec la seule mine de diamants sérieuse de l'Afrique australe, restée en dehors de la fusion, la Jagersfontein C° dans l'État d'Orange, — détient aujourd'hui le monopole presque absolu du commerce des diamants bruts dans le monde.

Cette société s'est, à son tour, entendue avec un syndicat de cinq gros marchands de diamants, qui, très au fait des besoins de la consommation, avec laquelle ils sont en rapport plus direct, lui achètent, six mois ou un an d'avance, à un prix déterminé, toute sa production, limitée d'un commun accord à un total calculé de façon à ne pas surcharger le marché [1].

Il en résulte, d'une part, que tous les diamants vendus dans le monde commencent par passer entre les mains de ce syndicat, qui est, dans la mesure compatible avec la loi économique de l'offre et de la demande, libre d'en fixer le cours à son gré, et que, d'autre part, les mines de diamants, bien que travaillant sur une matière d'une valeur essentiellement capricieuse et sujette à la mode, ont, pour l'écoulement de leur production pendant un temps relativement considérable, une sécurité assez rare en industrie minière.

On a même été plus loin, et, comme il faut prévoir une année de crise ou de conflagration générale où l'on cesserait d'acheter des diamants, la de Beers C° s'est mise en mesure de pouvoir travailler sur le même pied, pendant six ou huit mois, sans vendre une seule pierre et sans risquer, par suite, d'amener une dépréciation : elle a, pour cela, constitué une réserve, toujours immédiatement mobilisable, en consolidés anglais, qui monte aujourd'hui à 25 millions, disposition assez anormale en apparence pour une société qui a encore une dette de 100 millions, sur laquelle elle paye 5 % d'intérêt, tandis que ses consolidés ne lui rapportent que 2 ½, mais parfaitement justifiée, en réalité, par cette raison de prudence.

La conséquence a été de maintenir le cours des diamants bruts, depuis cinq ans, à un taux moyen de 32 francs à 36 francs le carat (de 205 milligrammes), tout en jetant, chaque année, dans la consommation environ 2.400.000 carats (500 kilos) et alors que les frais totaux de production correspondants sont environ de 12 francs, ce qui laisse 20 francs de bénéfice moyen par carat de diamant.

On le voit, c'est, sous sa forme le plus manifeste, le hideux accaparement contre lequel le consommateur garde toujours la consolation de protester et, s'il le peut, le droit de se défendre ; mais nous avouons que, dans le cas présent, le consommateur nous semble moins intéressant que d'habitude, puisqu'il s'agit éminemment d'une substance de luxe, dont il a toujours la possibilité de se passer si le prix lui en semble trop élevé ; et, précisément, cette faculté, dont il use silencieusement sans avoir besoin de former ni contre-syndicat, ni coopérative, ni comité de résistance, oppose en fait une limite logique, infranchissable au pouvoir arbitraire des commerçants en diamants qui savent fort bien qu'au delà d'un certain prix ils ne trouveraient plus à placer leur marchandise.

VI

Nous venons de parler là de prix d'extraction et de prix de vente, nous avons indiqué comment les mines du Cap trouvaient le placement de leurs diamants et nous n'avons pas encore dit comment elles arrivaient à les extraire de terre : cet ordre, qui peut sembler irrationnel, est, en réalité, celui dans lequel tout exploitant de mines intelligent devrait étudier son affaire, bien qu'il le fasse trop rarement ; car, en matière d'industrie, il est plus essentiel et souvent plus difficile d'écouler ses produits que de produire. Nous arrivons maintenant à la méthode d'extraction et de traitement usitée pour les roches diamantifères, méthode que l'on est, en général, très loin de soupçonner et dont la

[1] Pour limiter cette production, on a fermé toutes les mines, sauf deux, celles de Kimberley et de de Beers.

forme actuelle date, d'ailleurs, à peine de deux ans.

Une exploitation de diamants, ainsi qu'une exploitation d'or, apparaît volontiers, aux imaginations de ceux qui ne sont pas du métier, comme une installation de mineurs lavant des sables dans une sébille au bord de quelque rivière et en retirant des gemmes étincelantes ou des pépites; nous surprendrons sans doute beaucoup de personnes, en leur disant qu'on va chercher la roche diamantifère à 300 ou 400 mètres sous terre, par des travaux à peu près identiques à ceux d'une de nos mines de houille, et qu'après l'avoir extraite de ces profondeurs, on la soumet à une préparation mécanique, longue et compliquée, dans laquelle les broyages jouent un grand rôle, et dont le principe est tout à fait analogue à celui de la méthode employée pour un minerai de plomb, de zinc ou de cuivre quelconque, sauf qu'ici l'on n'a pas besoin de faire succéder à cette préparation un traitement métallurgique, semblable à celui qui isole le plomb ou le zinc du soufre avec lequel ils sont généralement combinés dans la Nature, puisque le diamant est, au milieu de sa gangue, à l'état natif et libre.

Voici, en quelques mots, le système employé.

Nous avons dit que les diamants étaient englobés dans une roche stérile, d'aspect bréchiforme et de couleur bleu verdâtre, remplissant des sortes de grandes cheminées de 100 à 600 mètres de diamètre et qu'elle y était répartie en très minime quantité : 1 gramme par 3 mètres cubes dans les mines les plus riches. Si cette roche s'était trouvée, comme cela eût pu fort bien arriver, une matière dure, compacte, inaltérable à l'air et à l'eau, un porphyre par exemple, il est probable qu'on eût dû renoncer à en extraire pratiquement les diamants et que quelques échantillons de cette roche seraient seulement aujourd'hui conservés comme curiosités dans des musées; mais, par une très heureuse chance, il est arrivé que la roche diamantifère avait, au contraire, dans sa plus grande partie, la propriété de se désagréger très rapidement et de tomber en boue sous les actions alternatives de la pluie ou du soleil, mettant ainsi à nu les diamants primitivement emprisonnés dans sa masse. On a donc eu l'idée toute simple de laisser le temps et la nature faire leur œuvre, en la facilitant seulement par quelques artifices.

A cet effet, on a étalé le minerai, à sa sortie de la mine, sur d'immenses champs appelés les *floors*, et tout le traitement a consisté, jusqu'à ces dernières années, à l'y laisser séjourner douze ou quinze mois en le cylindrant, le hersant et l'arrosant de temps à autre, de manière à le réduire en bouillie; puis à mettre cette boue diamantifère, étendue d'eau, en suspension dans de grandes cuves où tournaient des bras mobiles, faisant un brassage continu, afin d'y séparer par densité les parties lourdes renfermant le diamant, des résidus plus légers, et enfin à trier à la main les graviers diamantifères ainsi recueillis.

Mais on avait fini par s'apercevoir que, même après des années d'exposition sur les *floors*, certaines parties plus dures, formant environ un sixième de la masse, échappaient à la décomposition, et que, par suite, les diamants contenus dans ces fragments plus résistants allaient être perdus. D'autre part, l'épandage sur les *floors* pendant des mois, avait pour effet d'immobiliser des capitaux considérables et de faciliter singulièrement les vols. On est donc arrivé, depuis deux ans, non sans quelque hésitation, à l'idée, un peu paradoxale en apparence, de broyer toute la partie dure de la roche pour en extraire les diamants.

Il y avait, on le conçoit aisément, un grave danger à cette opération, c'était de casser les gros diamants. Quand il s'agit d'un minerai métallique ordinaire, comme ceux auxquels on applique généralement ces broyages, peu importe qu'ils soient réduits en poudre fine ou laissés en gros fragments, le prix étant uniquement proportionnel au poids; mais il n'en est pas de même pour le diamant, dont la valeur par carat, c'est-à-dire par unité de poids, diminue extrêmement vite quand la dimension totale se réduit. On a obvié avec succès à ce danger en employant une série de broyages fractionnés et progressifs, entre chacun desquels s'intercalent des triages, soit à la main, soit à la machine, ayant pour but d'éliminer successivement les diamants trop volumineux, apparaissant par quelque point sur un morceau de roche et exposés, par suite, à être cassés dans le broyage suivant.

Quand le minerai est ainsi réduit à l'état de gravier suffisamment fin, il subit un criblage automatique, qui a pour effet de concentrer les diamants dans un volume de sable très restreint, et on l'amène alors dans un atelier spécial où, étalé sur de longues tables, il subit une inspection minutieuse de la part d'un personnel très exercé.

Dans cet atelier, on le fait d'abord examiner, à l'état humide, par des ouvriers blancs, puis à sec par des nègres, bien plus adroits que les blancs pour apercevoir les diamants, et on le fait repasser ainsi devant des groupes de noirs différents, tant qu'on peut estimer qu'il s'y trouve encore quelque pierre précieuse. Le résidu va sabler les allées des jardins de Kimberley, où il n'est pas très exceptionnel de rencontrer, en se promenant, un petit diamant oublié, qu'on est, d'ailleurs, sous peine de prison, tenu de reporter aussitôt à la Société.

En définitive, on recueille à Kimberley, dans les ateliers de la de Beers, comme produit du travail

de chaque journée, environ un demi-litre de diamants, pesant en moyenne 1.800 grammes, et valant 260.000 francs, qui est apporté, sans avoir encore été ni compté ni pesé, sans que personne au monde en sache la valeur réelle, entre les mains d'un surveillant particulièrement sûr, qui en prend livraison, en inscrit le poids et le livre à une dernière catégorie d'employés, les assortisseurs.

Ceux-ci travaillent dans une salle spéciale, sur de grandes tables largement éclairées et couvertes de feuilles de papier blanc, où l'on étend, à côté les uns des autres, ces petits tas de cristaux blancs ou jaunâtres, à l'éclat tout particulier, qui représentent tant de centaines de mille francs.

Il s'agit là de diviser la production suivant la taille, le mode de cristallisation, la teinte, l'eau, etc., en une quarantaine de lots qui sont, sous cette forme, remis au syndicat et expédiés à Londres, où les marchands de diamants bruts viennent les acheter.

Il ne reste plus, dès lors, aux diamants, pour entrer dans la consommation, qu'à passer par la taillerie, à traverser encore les coffres de deux ou trois intermédiaires, et à venir enfin dans les mains du bijoutier, qui les montera.

VII

Dans cette curieuse industrie, dont nous venons d'examiner rapidement les divers côtés, nous devons encore, pour être à peu près complet, signaler rapidement un détail assez piquant : ce sont les précautions très raffinées, très rigoureuses, qu'on a dû prendre contre les vols.

Ces vols ont atteint jadis des chiffres énormes, pour lesquels, bien entendu, l'on manque de données précises, mais que, dans certains cas, on n'évaluait pas à moins de 30 ou 40 % de la production totale, les diamants dérobés étant, cela se conçoit, toujours ceux qui en valaient la peine, c'est-à-dire les plus purs et les plus beaux.

Les noirs (et même les blancs) arrivaient, en effet, à une habileté extrême pour dissimuler les pierres, malgré une surveillance attentive, en les saisissant, par exemple, entre deux doigts de pied, puis, guettant un instant favorable pour les cacher dans une oreille, une narine ou les avaler. Une fois sortis de la mine, les diamants gagnaient soit les gisements d'alluvions du Vaal, plus libres d'accès, auxquels on a attribué ainsi bien des grosses pierres venant de Kimberley, soit les pays limitrophes, l'État d'Orange, le Transvaal, et surtout les régions vagues de la Chartered ou du Mozambique.

Pour remédier à ce grave préjudice, il a fallu jeter par-dessus bord un certain nombre de grands principes, dont l'Anglais se fait gloire en théorie (toutes les fois que la nécessité pratique ne le contraint pas à les abandonner), et l'on a appliqué aux noirs travaillant dans les mines — on eût même imposé aux blancs s'ils n'eussent riposté à cette prétention par une grève terrible — des mesures de précaution tout particulièrement vexatoires et même humiliantes.

En réalité, les noirs qui travaillent aux mines de diamants sont, pendant toute la durée de leur séjour, fixé d'avance à un certain nombre de mois, de véritables esclaves, des prisonniers enfermés dans une enceinte entourée d'un double rempart, gardée par des hommes armés, éclairée toute la nuit par des fanaux électriques, et même couverte d'un large filet pour empêcher de jeter des pierres au dehors. Les blancs, qui pénètrent dans cette enceinte, dans la mine ou dans les ateliers, sont chargés, en même temps que de surveiller les noirs, de s'espionner les uns les autres, quelques-uns, que personne ne connaît, étant toujours de la police.

Quand un noir veut, au bout de quatre ou cinq mois, sortir du *compound* (c'est le nom de cette enceinte de baraquements où la Société le loge et le nourrit), il doit subir, dans un petit local approprié, une observation continue, accompagnée d'un traitement énergique dont on devine aisément la nature, et ce n'est qu'après avoir reconnu la pureté absolue de son âme et de son corps qu'on l'autorise enfin à prendre la clef des champs... pour aller se griser dans les cabarets de la ville.

Malgré tous ces soins, les vols restent assez fréquents, comme il est facile de s'en rendre compte par le seul nombre des voleurs qui se font prendre. Aussi a-t-on dû édicter, dans toute l'Afrique du Sud, une loi draconienne, d'après laquelle quiconque est trouvé ayant en sa possession un diamant brut, sans un certificat correspondant de l'autorité prouvant qu'il l'a acheté dans des conditions déterminées, est, de ce fait même et sans discussion possible, condamné à un certain nombre d'années de travaux forcés. La digue de Cape Town, le *break water*, que les grandes houles antarctiques tendent sans cesse à détruire, est entretenue en grande partie par ce genre de condamnés, et c'est une plaisanterie de mauvais goût, assez fréquente entre notables sud-africains, que de s'accuser réciproquement d'avoir contribué à l'édification du break water, ou encore d'avoir été un I. D. B.

Les I. D. B. (illicit diamond buyer), ce sont les courtiers interlopes, dont cette loi a naturellement amené l'éclosion, intermédiaires patentés, mais incorrects, entre le nègre voleur et un honnête négociant, qui leur achète dans toutes les formes de

la loi, en leur laissant une part de bénéfice, mais aussi à leurs risques et périls, les précieuses pierres dont il est toujours censé ignorer la provenance.

VIII

Grâce à ce système, qui vient compléter l'organisme remarquable dont nous avons essayé de montrer le fonctionnement, l'industrie diamantifère du Cap est aujourd'hui magnifiquement prospère, et il nous suffira, pour le montrer, de citer quelques chiffres, représentant les résultats de la dernière année d'exploitation dans l'exercice clos le 30 juin 1896.

Dans cette année, on a extrait 2.363.000 carats (484 kilos 415) de 2.597.000 wagonnets de minerai (1.539.000 mètres cubes) et on les a vendus pour 79.134.500 francs, à un prix moyen de 33 fr. 45 le carat, en réalisant un bénéfice net total de 50 millions : ce qui prouve, tout au moins, que les progrès continus de la démocratie dans le monde n'y ont pas absolument détruit le goût du luxe, et qu'aucune loi somptuaire n'est venue encore restreindre les dépenses de la coquetterie féminine.

L. de Launay,
Ingénieur des Mines.
Professeur à l'École supérieure des Mines.

LES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ A L'ARTILLERIE

Il n'est, pour ainsi dire, pas une seule branche de l'industrie humaine, qui n'ait tiré un bénéfice plus ou moins direct de l'Électricité. Mais, assurément, il n'en est pas beaucoup qui aient donné lieu à autant d'applications de cet agent que l'Artillerie. Pour mettre de l'ordre dans le tableau que nous voulons faire de ces emplois, aussi ingénieux que variés, nous les subdiviserons en trois classes :

1re *classe.* — Applications aux appareils d'observation et de mesure, servant à analyser les phénomènes qui accompagnent le tir;

2e *classe.* — Applications aux organes accessoires des canons, afin d'en faciliter le service;

3e *classe.* — Applications aux organes principaux des pièces, pour les faire mouvoir.

I. — Applications aux appareils d'observation et de mesure.

Il y a à peine quelques années, les artilleurs ne possédaient aucun moyen de mesurer la puissance d'une bouche à feu; ils ne connaissaient ni les vitesses avec lesquelles le projectile parcourt l'âme de la pièce et sa trajectoire extérieure, ni les circonstances qui accompagnent le recul de l'affût. Et cela, parce que les méthodes dont ils disposaient ne leur permettaient pas d'apprécier des durées aussi minimes que celles qui suffisent pour la production de ces phénomènes. C'est l'électricité qui, en leur donnant la possibilité d'introduire la notion de temps dans cette étude, leur a permis de la mener à bien.

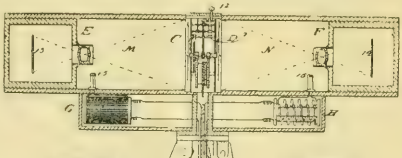


Fig. 1. — *Chronographe Lewis.* — M, N, chambres noires; E, F, objectifs photographiques; 13, 14, plaques sensibles; C, D, cadrans à aiguilles synchrones mues par un mouvement d'horlogerie; G, H, bobines d'induction destinées à produire l'éclairement successif des cadrans, par le jaillissement d'étincelles électriques en 15 et 16, aux moments où l'obus K, en rompant les cadres I, J, coupe les circuits électriques de ces bobines. Par suite de ces éclairements instantanés, les plaques 13 et 14 enregistrent les images des aiguilles C et D aux instants précis où l'obus coupe les cadres, autrement dit ses heures de passage dans les plans de ces cadres.

Pour mesurer la vitesse en un point de la trajectoire d'un projectile, on se sert des *chronographes.* Le type le plus répandu de ces appareils est le Le Boulangé-Bréger, employé depuis longtemps par les Commissions d'expériences de presque tous les pays. Il mesure très bien des temps inférieurs à 1/15 de seconde, et cela suffit pour apprécier les vitesses de 800 mètres que les projectiles atteignent parfois aujourd'hui, parce qu'à ce taux les obus mettent encore 1/16 de seconde pour franchir la distance de 50 mètres qui sépare ordinairement les deux cadres employés dans l'appareil.

Mais il eût été impuissant à enregistrer les vitesses en 8 ou 10 points de l'âme d'un canon, comme cela est nécessaire pour l'étude de la trajectoire intérieure du projectile: avec celle-ci ce ne sont plus des quinzièmes, mais des millièmes de

seconde qu'il faut apprécier. Ce *desideratum* avait été à peu près rempli, dès 1860, par le chronographe du capitaine Schulz, de l'artillerie française, fondé sur l'emploi d'un cylindre métallique horizontal tournant très vite (tout en étant animé d'un mouvement de translation) et dont la vitesse pouvait être connue à chaque instant, avec une précision extrême, grâce à un diapason vibrant sous l'influence de deux électro-aimants, et portant à son extrémité un stylet, qui laissait sur le cylindre des traces sinusoïdales. Si chacune de ces vibrations doubles correspondait à 1/500 de seconde, chaque demi-amplitude représentait 1/1.000 de cette même unité.

Le second, le photo-chronographe de MM. Cushing Crehore et Owen Squier (fig. 2), repose sur la rotation qu'éprouve le plan de polarisation d'un faisceau lumineux, en traversant un tube à sulfure de carbone entouré d'un solénoïde parcouru par un courant.

Les *projectiles enregistreurs* portent en eux-mêmes les appareils destinés à indiquer graphiquement leurs vitesses et, par conséquent, la loi d'après laquelle ces vitesses croissent ou décroissent. Tandis que ces projectiles se déplacent, une masse intérieure qui reste fixe pendant un court espace de temps, grâce à l'inertie, trace, par un stylet, une sinusoïde sur un ruban noirci. On

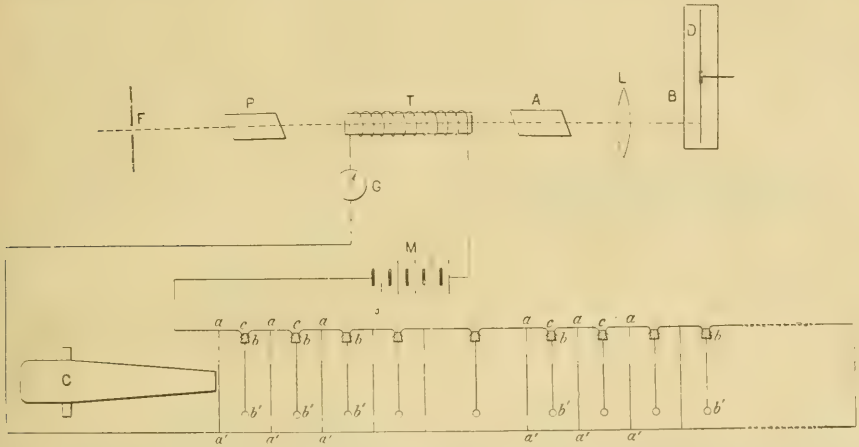


Fig. 2. — *Photochronographe polarisant de MM. Créhore et Squier.* — F, fente laissant passer le faisceau lumineux, P et A, nicols polariseur et analyseur; T, tube rempli de sulfure de carbone et entouré d'un solénoïde; L, lentille faisant converger les rayons sur la plaque photographique, portée par le disque D. Ce disque tourne à une vitesse connue (12 à 13 tours par seconde); il est enfermé dans la boîte B; M, pile; G, galvanomètre; *aa'*, *aa'*.., fils métalliques; *c*, *c*,... interrupteurs formés par des blocs isolants *b*, *b*, ..., fixés à l'extrémité de fils tendus par les poids *b'*, *b'*,...; C, canon. — Après avoir orienté les deux nicols, de manière à produire l'extinction des rayons, on fait partir le projectile : celui-ci, en coupant des fils échelonnés sur son parcours, produit des ruptures et des fermetures successives du courant qui traverse le solénoïde, fait varier la position du plan de polarisation du faisceau, et, dès lors, réapparaître la lumière; celle-ci est reçue par une plaque photographique montée sur un disque tournant, et produit sur elle des impressions dont les distances angulaires font connaître le temps employé par le projectile pour parcourir les distances qui séparent les fils successifs. Les auteurs ont pu mesurer des vitesses de 488 mètres à la seconde, et constater que le maximum de vitesse du projectile n'est atteint qu'un peu au delà de la bouche du canon.

MM. Marcel Deprez et Sébert ont beaucoup perfectionné ce chronographe; ils l'ont doté d'un enregistreur composé de petits électros, porteurs de styles, qui marquent l'instant précis des diverses phases du phénomène à étudier.

Les chronographes, qui sont basés sur la mise en mouvement de certaines masses, comme le Le Boulengé, soulèvent une objection tirée de l'inertie de ces masses. Deux appareils fort ingénieux, de création récente, obvient à ce défaut.

Le premier, le chronographe de M. Lewis (fig. 1), est basé sur la photographie des heures de passage du projectile aux deux points entre lesquels on veut mesurer sa vitesse.

peut, de la sorte, étudier le mouvement du projectile dans l'âme, dans l'air, dans les chambres à sable, dans les plaques de blindage.

Perfectionné comme il l'a été par MM. Deprez et Sébert, le chronographe a pu enregistrer les indications de la *balance manométrique* des mêmes inventeurs, avec laquelle on mesure directement les pressions développées dans l'âme du canon. Comme la balance manométrique, l'*accéléromètre* et l'*accélérographe* de MM. Deprez et Sébert permettent d'étudier ces pressions : ils déterminent la loi qui les régit par l'enregistrement des mouvements que prend un piston, sous l'action des gaz de la poudre.

Pour étudier les mouvements du canon et de son affût pendant le recul, ou même du projectile, M. le général Sébert a imaginé une série d'appareils fort ingénieux, qui reposent presque tous sur un même principe. Un diapason mobile se déplace devant des rubans noircis à la lampe et y laisse des traces sinusoïdales; on peut, en relevant ces traces, construire, en fonction du temps, la courbe des espaces parcourus et étudier la marche des phénomènes.

Parmi ces appareils, le *vélocimètre* sert à enregistrer le déplacement du canon et de son affût, pour en déduire la vitesse du recul et la pression dans les cylindres du frein hydraulique. On peut ainsi se rendre compte très exactement du fonctionnement de ce frein et déterminer mathématiquement le réglage des orifices d'écoulement du liquide. De plus, le projectile commençant à se déplacer en même temps que l'affût, l'étude des quantités de mouvements a permis de se rendre compte du déplacement du projectile.

Tous ces appareils ont servi à étudier les lois de combustion de la poudre et de détente des gaz. Ils ont permis de déterminer mathématiquement ce que peut donner une pièce construite dans des conditions bien déterminées.

La photographie instantanée du projectile au sortir de l'âme, pour la réalisation de laquelle l'électricité a été accessoirement utilisée, a donné l'image des déformations que les couches d'air subissent à l'avant et à l'arrière de l'obus. On a pu ainsi se rendre compte de la façon dont se répartissent ces couches et dont s'exerce la résistance de l'atmosphère[1].

Les appareils à miroirs éclairés par l'électricité ont donné le moyen de vérifier, d'une façon très simple, l'état de l'âme des canons et de s'assurer que les bouches à feu n'ont pas été détériorées pendant le tir.

Enfin une application très ingénieuse du téléphone, due à M. le capitaine de Place, et appliquée pour la première fois à l'artillerie, a permis de s'assurer que le métal d'un tube à canon ou d'un projectile est sain. Un trembleur, mû par un mouvement d'horlogerie, vient frapper le métal; le bruit du choc est multiplié par un microphone, réglé de manière à ce que le son perçu soit cependant très faible. Dès que l'intensité augmente, on peut en déduire que le métal est probablement creux sous le point frappé, et on l'examine de plus près.

[1] Sur cette question si intéressante de la Photographie des projectiles, voyez dans la *Revue* du 15 octobre 1892, t. III, p. 66 et suiv., l'article de M. Vernon-Boys, intitulé : « Les Projectiles pris au vol ». C'est dans cet article qu'ont été publiées, pour la première fois, des photographies représentant les ondes aériennes.

II. — Applications aux organes accessoires des canons.

Les amorces électriques ont été appliquées aux canons; elles ont l'avantage de supprimer l'emploi des amorces fulminantes, qu'un simple choc suffit à faire partir, et qui peuvent présenter quelque danger, notamment avec les canons à tir rapide, si en faveur aujourd'hui. Comme mises de feu électriques simples, il faut citer celles des systèmes Mac-Evoy, Noble, Vavasseur, Canet[1]. Quelquefois, elles se combinent, pour les pièces installées à bord des navires, avec le pointage de ces pièces : elles ont alors pour but de faire partir automatiquement le coup, au moment où la pièce est amenée par les mouvements du navire à l'inclinaison dans laquelle le projectile doit être lancé pour frapper le but.

A cet ordre d'appareils mixtes se rattache celui qui a été conçu, dès 1872, par Bessemer, l'illustre inventeur de l'acier moderne, et qui constitue, croyons-nous, le premier essai tenté dans ce sens. Le courant, destiné à passer dans l'amorce et à faire partir le coup, est fermé par le jeu d'un pendule, soutenu par un secteur fixé lui-même au canon ; on peut, en donnant à ce secteur l'inclinaison voulue, faire en sorte que le pendule rencontre son contact, quand la pièce fait avec l'horizon l'angle voulu. L'idée de Bessemer a été reprise en 1889 par M. P. Oriolle, de Nantes[2], et, en 1890, par M. Pola, de l'artillerie de la marine autrichienne[3].

L'appareil du lieutenant J.-R. Crampton est fondé sur un principe différent : un disque, constamment horizontal, comme la rose d'une boussole, ne ferme le circuit allumeur que si le pont du navire est lui-même horizontal, de sorte qu'il suffit de pointer le canon par rapport à ce pont, comme s'il était en terre ferme[4].

Celui de M. Siemens[5] fait partir automatiquement le canon, dès qu'il occupe exactement la direction indiquée par l'aiguille d'un pointeur, commandé à distance par un poste central.

Les mires lumineuses électriques ont donné des résultats bien meilleurs que les guidons phosphorescents essayés avant elles. Le rougissement d'un fil de platine s'est montré insuffisant ; on a alors eu recours à de véritables lampes électriques. Dans le système Mac-Evoy, une de ces lampes éclaire le guidon formé par un cône de verre ; une autre projette ses rayons sur la barre horizontale de l'H,

[1] *Lumière Electrique*, t. XXXII, p. 63; t. XXXIX, p. 24; t. XLIV, p. 113; t. XLIX, p. 22.
[2] *Lumière Electrique*, t. XXXII, p. 60.
[3] *Ibid.*, t. XXXIX, p. 125.
[4] *Ibid.*, t. XXXII, p. 61.
[5] *Ibid.*, t. XLII, p. 459.

adoptée comme viseur dans la marine anglaise, peinte en rouge pour la mieux distinguer. Ces lampes sont alimentées par le courant d'une pile, ou mieux par celui d'une dynamo.

Les canons à tir rapide Van Skoda sont munis, pour les moyennes portées, d'une hausse excentrique, dont la gorge de mire est plus ou moins élevée, à l'aide d'une poignée, mobile sur un limbe gradué en celluloïd ; ce limbe est éclairé, la nuit, par une lampe électrique, chargée aussi d'éclairer la visée par des trous percés obliquement dans la gorge de mire. Le guidon est formé par une pointe de celluloïd, rendue visible par une autre lampe, montée, comme la première, dans un tube d'ébonite. La gorge de visée apparaît comme une raie verte, et le guidon comme un point rouge.

Une des solutions les plus satisfaisantes du problème est celle qui a été donnée par le capitaine Grenfell, et qui consiste à éclairer, au moyen d'une lampe incandescente à réflecteur, une petite surface polie formant miroir incliné à 45 degrés, ménagée dans une arcade placée au-dessus de la hausse et du guidon. La première apparaît comme deux points rouges, entre lesquels vient se placer le point blanc du guidon ; la ligne de visée est ainsi très bien déterminée.

Cette question des mires lumineuses nous amène à parler du pointage, auquel l'électricité peut, de diverses manières, prêter son concours. Dans une première catégorie d'appareils (Fiske, Anderson, American Range Finder C°) [1], elle ne sert qu'à déterminer les éléments de ce pointage. Dans une autre, beaucoup plus importante, mais qui rentre dans la troisième classe, où nous l'étudierons, l'électricité sert, en actionnant les organes des pièces, à réaliser le pointage.

Toutes ces applications, sauf celles relatives à l'éclairage des mires (des soutes à munitions, des projecteurs..., dont nous n'avons pas parlé), n'exigent qu'une électricité à faible potentiel et à débit assez restreint, et les sources d'électricité mises en œuvre ne sont guère que des piles, des accumulateurs ou de petites machines magnétos se manœuvrant à la main. Il n'en est pas ainsi de celles qu'il nous reste à décrire.

III. — Applications de l'électricité comme force motrice.

Dès 1885, MM. Symon et Maxim proposaient un canon, dans lequel toutes les manœuvres, mise en batterie, pointage et tir, devaient être faites électriquement, et commandées par un manipulateur unique, placé à telle distance qu'on le voudrait de la pièce. L'avancement de cette dernière sur son affût était assuré par une dynamo et par un train d'engrenages (roues et crémaillère), dans lequel était intercalé un embrayage à friction, destiné à permettre le recul du canon. La même dynamo commandait, à l'aide d'une plaque tournante montée sur l'affût, le pointage en direction. Une autre était préposée au pointage en hauteur, qu'elle provoquait par l'action d'une roue dentée sur un secteur solidaire de la pièce. Toutes ces manœuvres pouvaient d'ailleurs être aussi exécutées à la main.

En 1889, M. Fiske a imaginé un système, basé sur l'emploi d'un servo-moteur électrique très simple (fig. 3).

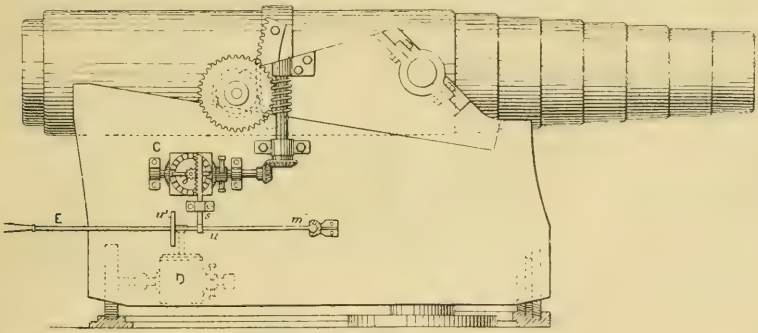


Fig. 3. — *Pointage électrique à servo-moteur (système Fiske*, 1889). — Deux dynamos C et D, servant l'une au pointage en hauteur, l'autre au pointage en direction, sont manœuvrées par un même levier E, à joint sphérique *m*, guidé par les deux coulisses croisées *u* et *u'*. Quand on soulève ou abaisse le levier E, il coulisse en *u'* et fait, par la crémaillère *s* tourner le commutateur *o*, de manière que la dynamo C soulève ou abaisse le canon. Cette rotation de la dynamo ramène d'elle-même le commutateur, la crémaillère et le levier dans leurs positions neutres primitives, de sorte que le canon s'arrête après avoir pivoté d'un angle proportionnel à celui du levier. De même, quand on déplace ce dernier à droite ou à gauche, il coulisse en *u* et commande, par la crémaillère *s'*, le commutateur de la dynamo D.

Vers la même époque, on appliquait à la ma-

[1] *Lumière Electrique*, t. XXXVI, p. 369 et t. XLII, p. 458 ; *Eclairage Electrique*, t. I, p. 587.

nœuvre des mitrailleuses Gatling le dispositif de la figure 4.

En 1890, M. Maxim a proposé un dispositif qui semble capable d'assurer très commodément le pointage des canons à tir rapide, à l'aide d'une seule dynamo. La légende qui accompagne les figures 6 à 8, indique très nettement la destination des divers organes de ce mécanisme et la façon dont ils fonctionnent.

Les dispositifs que nous venons de décrire, sont tous plus ou moins ingénieux; mais la plupart n'ont même pas été essayés; aucun, en tous cas, n'a reçu la sanction d'une pratique véritable. Il en est tout autrement de ceux que nous allons décrire, dus à M. Canet, l'éminent directeur de l'artillerie aux Forges et Chantiers de la Méditerranée.

Ainsi, l'affût (fig. 5) que cet inventeur a étudié en 1887 et 1888, et exposé en 1889 à Paris, — d'ailleurs le premier dans lequel l'électricité ait été réellement employée pour les manœuvres de pointage, — a été appliqué, notamment sur trois croiseurs chiliens, à des pièces de 12, 15 et 24 centimètres. Le pointage en direction est assuré par une dynamo (qui n'est pas visible sur la figure), placée sur le côté gauche du flasque, un peu en avant et au-dessous du volant que l'on y voit. L'arbre de l'induit, qui est horizontal et perpendiculaire aux flasques, porte à son extrémité un pignon, qui engrène, à la base de l'affût, avec une circulaire dentée. Un levier placé à l'extérieur, sur le côté gauche du flasque, permet de passer, par un embrayage, de la manœuvre électrique à la manœuvre à bras. Pour le pointage en hauteur, une autre dynamo, renfermée dans l'enveloppe cylindrique que l'on voit sur la figure, un peu en avant et au-dessous du commutateur, dont le pointeur tient la manette, agit, par l'arbre de son induit et par les engrenages, sur un arbre à clavette permettant

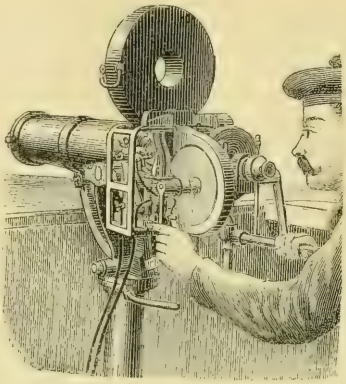


Fig. 4. — *Manœuvre électrique de la mitrailleuse Gatling (système Crocker-Wheeler).* — La dynamo, que l'on voit sur la gauche de la mitrailleuse, permet au pointeur de manœuvrer d'une main le distributeur, tandis que de l'autre il actionne la barre de pointage. Avant l'application de ce dispositif, la manœuvre de la mitrailleuse exigeait deux hommes, un à la barre de pointage, l'autre à la manivelle du distributeur. Cette dualité troublait le pointage par le défaut de concordance entre les manœuvres des deux servants, et par les vibrations que les mouvements du distributeur imprimaient à l'ensemble. La dynamo, du type Crocker-Wheeler, développe, à 80 volts, 3 1/2 ampères, 1/3 de cheval et permet de tirer 1.500 coups par minute. En cas de dérangement du mécanisme électrique, un débrayage permet de remplacer rapidement la dynamo par la manivelle ordinaire.

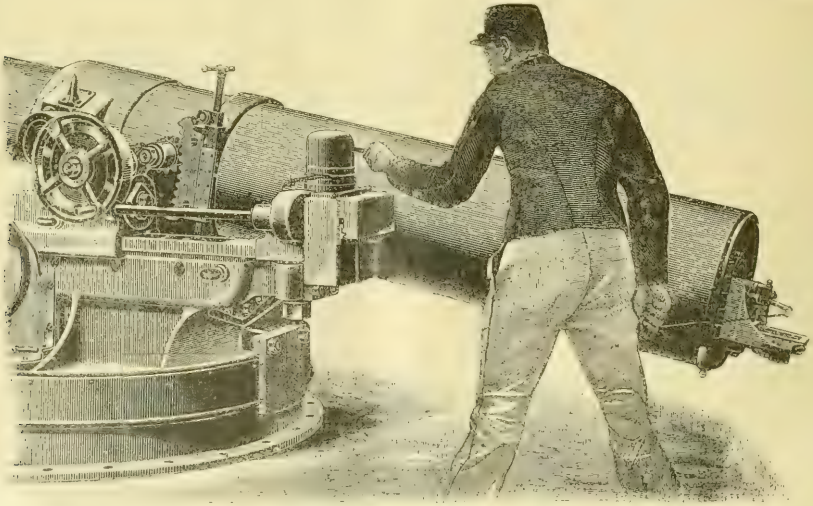


Fig. 5. — *Affût à pointage électrique (système Canet, 1888).* — Le pointeur tient de la main gauche la manette du commutateur qui commande les deux dynamos. Celle du pointage en hauteur est placée dans l'enveloppe cylindrique que l'on voit sur la figure, un peu en avant et au-dessous du commutateur. Celle du pointage en direction, qui est invisible, est située à gauche du flasque, un peu en avant et au-dessous du volant de manœuvre à la main.

d'actionner, quelle que soit la position de l'affût sur le châssis, le pignon qui engrène avec le secteur denté solidaire de la pièce. Ce pignon peut être mû à la main, quand on a débrayé la commande électrique.

première pèse 33 kilos et a une puissance variant de 45 à 90 kilogrammètres par seconde, suivant qu'elle reçoit un courant de 7,5 ou de 15 ampères; la seconde pèse 28 kilos et développe 78 kilogrammètres avec 12 ampères. La distribution du cou-

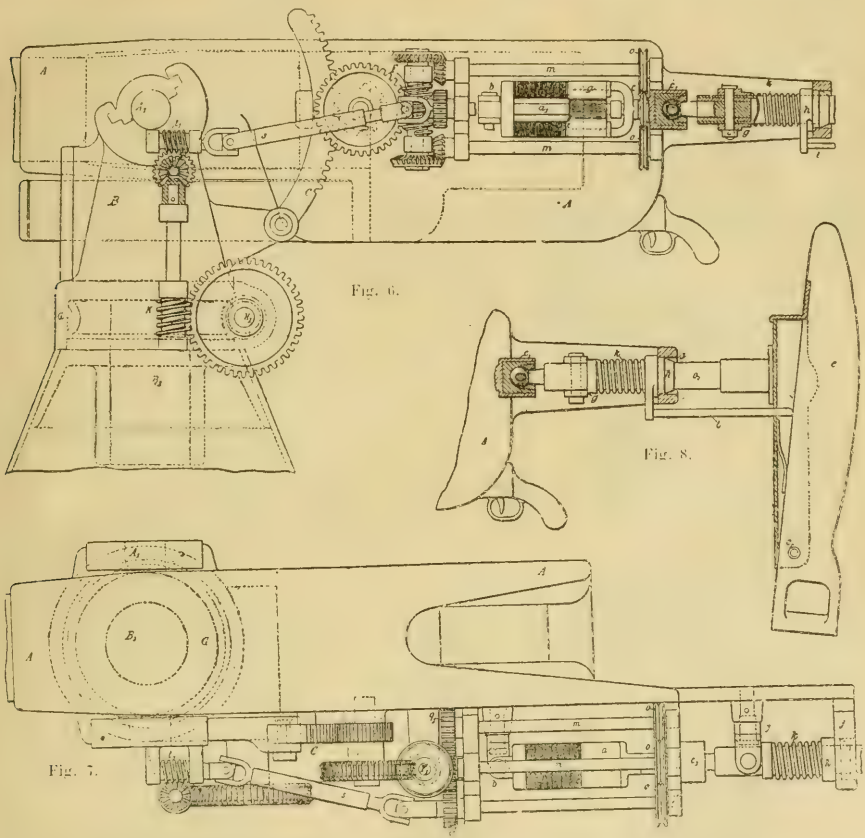


Fig. 6 à 8. — *Canon rapide à pointage électrique* (S. *Maxim* 1890). — A, berceau supportant la pièce; A_1, tourillons du berceau; B, montants sur lesquels reposent les tourillons A; a_1, dynamo de manœuvre, mobile autour de l'articulation b; a_1, armature de la dynamo; c, roue montée sur l'armature a_1; c_1, g, e_4, articulation sphérique, joint universel, tige, reliant l'armature a_1 à la crosse de pointage e, mobile autour de l'axe e^2; h, cône solidaire de l'armature, pressé dans le logement j par le ressort k, pour maintenir en ligne droite l'armature a_1 et la tige e_1; o, o, o, o, galets, montés sur les axes m, et pouvant être successivement actionnés par la roue c de l'armature. Les roues supérieure et inférieure commandent, par le train à vis sans fin f et la crémaillère C, le pointage vertical. Les deux roues médianes commandent le pointage horizontal par les pignons q, q_1, l'articulation universelle s et le train à vis sans fin t, K H_1. En temps normal, l'armature a_1 et la tige e_1 de la crosse de pointage sont maintenues en ligne droite, par suite de l'encastrement du cône h dans son logement j; mais si, en appuyant sur la crosse e, on dégage, par l'intermédiaire de la tige l le cône de son logement, rien ne s'oppose plus à ce qu'on fasse pivoter librement la dynamo autour de son articulation b, et à ce qu'on embraie sa roue de friction c avec l'une ou l'autre, ou avec deux quelconques des galets o. Comme d'ailleurs la pression qu'on a exercée sur la crosse e a fermé le circuit de la dynamo, celle-ci s'est mise à tourner et elle actionne, dans le sens voulu, la partie du mécanisme qui a été mise en prise avec elle. Le mouvement une fois produit, on n'a qu'à lâcher la crosse pour que le circuit se rompe, et que les pièces reprennent automatiquement leur position neutre.

Les deux dynamos, étudiées par M. le capitaine Krebs, montées chacune en dérivation sur le circuit principal du navire, marchent à 70 volts, à peu près la tension limite admise sur la flotte. La

rant se fait au moyen d'un commutateur à quatre touches, dont la manette se déplace, pour le pointage en hauteur, sur un tableau vertical, pouvant lui-même se mouvoir horizontalement et permet-

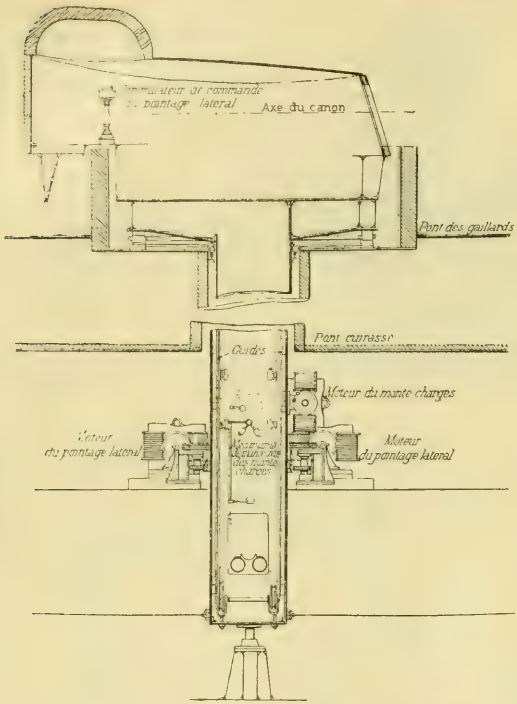


Fig. 9. — *Schéma d'une tourelle de 24 centimètres, manœuvrée électriquement (système Canet).* — La carapace est à section ovoïde; le tube de chargement par lequel les munitions arrivent à la pièce, cylindrique et concentrique à la carapace, est mobile avec la tourelle, de façon à permettre le chargement de la pièce dans toutes ses orientations. Tout cet ensemble repose, par une couronne de galets circulaires, sur une plate-forme fixe, et, par le pivot du tube, sur une crapaudine inférieure. Le centre de gravité se trouve constamment sur la verticale de ce pivot, lorsque la pièce est en batterie. La tourelle est ainsi équilibrée, par rapport à son axe de rotation. Pour lui donner les mouvements nécessités par le pointage en direction, on actionne le tube au moyen d'un couple réalisé par l'emploi de deux moteurs électriques identiques, agissant aux extrémités d'un même diamètre, et tournant constamment à la même vitesse; on évite ainsi les efforts latéraux sur le tube. Ces deux moteurs commandent chacun, par une vis sans fin non réversible, un pignon sur lequel s'enroule une chaîne Galle, dont les extrémités sont fixées, par l'intermédiaire de fortes boîtes à ressorts Belleville, sur un tambour porté par le tube. La commande des moteurs se fait au moyen de deux commutateurs : l'un, peu encombrant, placé à portée du pointeur, sert uniquement à commander à distance le commutateur du bas; celui-ci, asservi au premier, et placé à côté des moteurs, est vraiment le commutateur de marche. Le commutateur du haut est muni d'un levier, qui revient automatiquement au zéro, dès qu'il est abandonné à lui-même; ce levier commande la marche dans les deux sens et peut donner à la tourelle quatre vitesses différentes. Il permet de dégrossir rapidement le pointage, que l'on achève ensuite, au moyen de deux boutons commandant l'un la marche à droite, l'autre la marche à gauche. En cas de rupture des fils électriques placés au-dessus du pont cuirassé, on pourrait continuer à manœuvrer électriquement en agissant à la main sur le commutateur du bas, au commandement du pointeur. Pour passer de la manœuvre électrique à la manœuvre à bras, il suffit de couper le courant dans les anneaux et l'excitation, et de relier par une transmission à pignon et chaîne Galle les arbres des dynamos à l'arbre des manivelles. On entraîne l'anneau, qui fait simplement l'office de volant. Le mode d'action sur les tubes est alors le même qu'avec les moteurs électriques. Le pointage en hauteur se fait à bras ou électriquement comme pour les affûts. Le monte-charges est aussi manœuvré des deux façons, sauf cependant pour les canons de 12 centimètres, desservis par une noria à bras.

tant ainsi d'imprimer à la manette, vers la gauche et vers la droite, les mouvements nécessaires au pointage en direction; de la sorte, une seule manette suffit.

Ce système, en recevant de l'expérience une sanction heureuse, a fait passer dans la pratique la manœuvre électrique des affûts. Il a marqué une étape féconde dans cette voie de l'application de l'électricité à l'artillerie, dont le couronnement naturel a été la manœuvre électrique des tourelles. On comprend, en effet, que s'il était désirable de pouvoir confier à un agent mécanique l'exécution des mouvements d'une pièce de gros calibre, il était presque indispensable de le faire pour une masse aussi considérable que celle d'une tourelle.

C'est d'abord à l'eau sous pression qu'on s'est adressé pour cela, et, dans certaines tourelles, comme les tourelles-barbette de 32 centimètres des garde-côtes japonais *Itsukushima* et *Matsushima*, on l'a chargée non seulement du pointage, mais encore de la manutention des obus et des gargousses dans le tube central, de tout enfin jusqu'à la mise en place des munitions dans le canon.

Mais on n'a pas tardé à s'apercevoir que le concours, à beaucoup d'égards précieux, de l'eau sous pression était inséparable d'inconvénients fort graves. Les organes dont elle entraîne l'emploi sont lourds, encombrants et coûteux. Ils sont exposés à des oxydations, qui nuisent à leur bon fonctionnement et à leur durée. Le dessèchement des cuirs, par suite des inactions prolongées, inhérentes au service des tourelles, expose les canalisations à des fuites, fort gênantes au moment où l'on veut ouvrir le feu. Les canalisations sont sujettes, pendant le combat, à certaines détériorations impossibles à réparer sur-le-champ. Enfin, il faut parfois compter avec la congélation de l'eau, qui, elle, rend tout service impossible. La guerre sino-japonaise a fait ressortir ces multiples inconvénients : on a été obligé, au siège de Weï-Haï-Weï, d'entretenir des braseros dans les tourelles.

De tous ces défauts l'électricité est exempte. Les moteurs et mécanismes qu'elle emploie sont légers et d'un volume réduit par rapport à leur puissance : ils sont, par suite, faciles à installer et laissent un plus grand espace disponible pour les aménagements du bord. Ils sont ro-

bustes, et, sans demander aucun entretien sérieux, toujours prêts à repartir, qu'elle qu'ait été la durée de leur chômage.

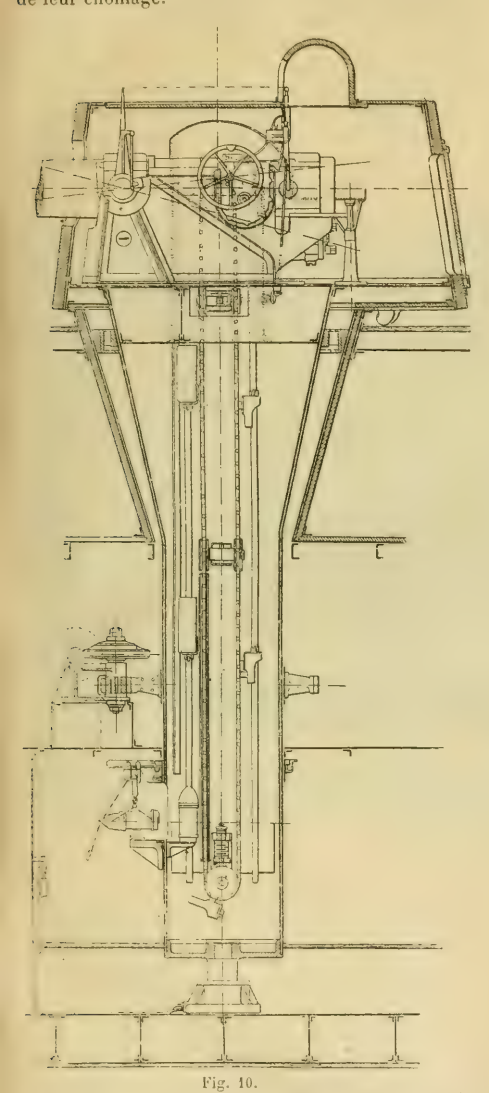


Fig. 10.

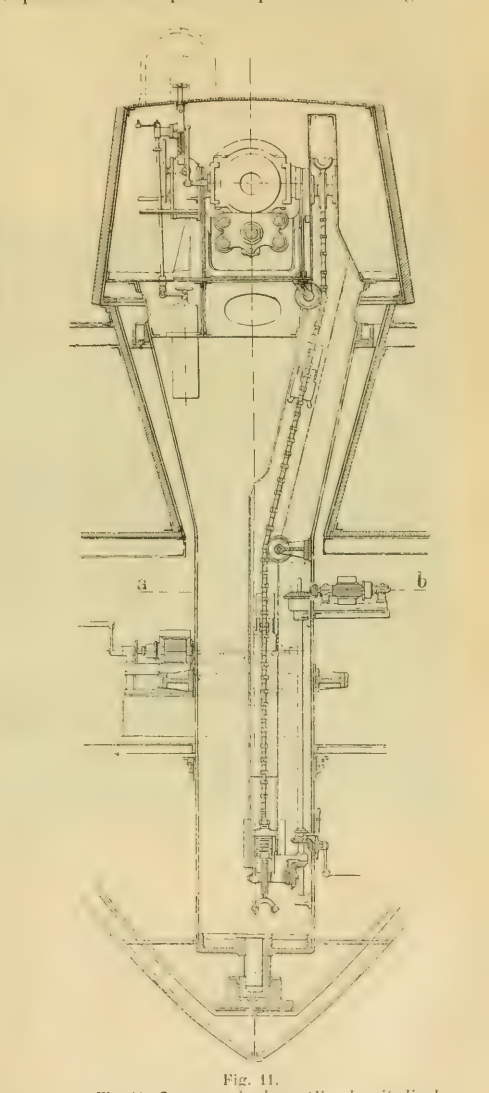


Fig. 11.

Fig. 10 et 11. — *Tourelle type (système Canet) pour canons de 19 à 24 cm.* — Fig. 10. *Coupe par le plan médian longitudinal du navire.* — Fig. 11. *Coupe par un plan perpendiculaire transversal.* — La tourelle est recouverte d'un toit presque plat, surmonté lui-même d'un capot, destiné à abriter la tête du pointeur. Son plancher est rivé à la partie supérieure du tube, et supporté par une couronne de galets circulaires. Le tube repose à sa partie inférieure sur un pivot hydraulique. Le pointage vertical se fait à la main. Le pointage de direction et la manœuvre des munitions le long du tube sont normalement confiés aux dynamos *a* et *b*; des manivelles permettent d'ailleurs de les effectuer à bras, le cas échéant.

A côté de cela, l'électricité offre des avantages propres. Ses moteurs sont capables de développer momentanément, sans fatigue, un effort très supérieur à celui qu'ils donnent normalement : la chose est particulièrement précieuse pour les démarrages de masses aussi considérables que celle d'une tourelle. Une simple manœuvre de commutateur trans-

forme une réceptrice en génératrice, fait d'elle un frein énergique capable d'assurer l'arrêt rapide des mécanismes en mouvement. On sait que les efforts nécessaires pour manœuvrer une tourelle sont différents suivant que le navire est droit ou incliné : la dépense d'électricité peut suivre ces variations, tandis que celle d'eau sous pression reste la même et correspond toujours à l'effort maximum. Les canalisations électriques ne prennent aucune place et se prêtent aux mille détours des circuits les plus compliqués; comme, en outre, elles sont peu coûteuses, rien n'empêche de les mettre en double pour parer à la rupture de l'une d'elles, car un simple commutateur permet de passer de l'une à l'autre au moment voulu. Si elles sont toutes les deux rompues, on peut, quand on a eu le soin de les sectionner d'une façon rationnelle, les réparer très rapidement.

L'électricité est déjà employée sur les navires pour l'éclairage, et les génératrices qui assurent ce dernier peuvent fournir la force nécessaire au ser- des tourelles. Cette communauté d'emplois t de réduire l'importance des machines de devant faire face à cette double installation. aussi le personnel, habitué au maniement de l'électricit , qui existe déjà à bord des bateaux, suffira presque pour les deux services.

Pour ce qui est des accidents à craindre, notamment au point de vue des incendies, le faible voltage des courants employés (70 volts), joint à la facilité avec laquelle on dispose les coupe-circuits et autres appareils de sécurité, doit bannir toute crainte sérieuse.

Enfin les appareils électriques, agissant toujours par rotation, se prêtent bien mieux que les moteurs hydrauliques, chez lesquels le mode par translation est la règle, au passage des manœuvres mécaniques aux manœuvres à bras; or, la possibilité de ce passage, destiné à parer à toute éventualité, est formellement demandée par la marine moderne. Ajoutez à cela que la découverte des nouvelles poudres et l'adoption des canons longs ont permis, sans diminuer la puissance des pièces, de réduire leur calibre et leur poids, et que cette réduction a elle-même facilité l'équilibrage de la masse et la diminution des efforts. « Les efforts étant réduits, il a été possible de faire usage de l'électricité et de prévoir, en même temps, même pour les gros calibres, la manœuvre à la main absolument indispensable en cas d'avarie des appareils mécaniques[1]. »

Fig. 12. — *Affût de tourelle à manœuvre électrique (système Canet) pour canon de 24 cm., construit par la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée.*

[1] Merveilleux du Vignaux : L'Artillerie de bord et l'Armement des navires. *Bulletin de l'Association technique maritime*, n° 5, session de 1894.

C'est ce qui a été réalisé, dès 1892, par M. Canet pour l'artillerie du *Capitan Prat*, croiseur cuirassé chilien, construit sur les plans de M. Lagane, par la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée. Les manœuvres des huit tourelles, armées de canons de 12 et 24 centimètres et des munitions de ce bâtiment, sont effectuées électriquement par des dispositifs dus à MM. Savatier et de Lagabbe. La figure 9 représente schématiquement une tourelle de 24 centimètres de ce système.

Peu de temps après le *Capitan Prat*, c'était le reçu ou recevront la *cartouche électrique* construite par M. Hillairet-Huguet.

On voit tout l'intérêt pratique qui s'attache à cette question; aussi allons-nous décrire avec détail une tourelle qui peut être considérée comme la tourelle-type des canons de 19 à 24 centimètres, dont les dispositions sont d'ailleurs à peu près identiques à celles des canons légers à tir rapide (fig. 10 à 13).

La tourelle comprend la plate-forme et le tube central de chargement. La première est constituée par un plancher en tôle, fixé à la partie supérieure

Fig. 13. — *Affût de tourelle à manœuvre électrique (système Canet) pour canon de 24 cm., construit par la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée.*
On voit à droite, près du pointeur, la cartouche électrique commandant le moteur du pointage en direction.

tour du *Latouche-Tréville*, croiseur cuirassé de deuxième classe de la marine française, sur lequel 2 canons de 19 centimètres et 6 de 14 centimètres, ceux-ci, à tir rapide, ont été placés isolément dans des tourelles mues par l'électricité. Le même système de tourelles a été, ou est en ce moment, appliqué aux bâtiments français *Jauréguiberry*, *d'Entrecasteaux*, *Saint-Louis*, au bâtiment espagnol *Carlos V*, et à plusieurs autres, si bien que la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée compte déjà à son actif près de 40 tourelles à manœuvre électrique, exécutées ou en cours d'exécution. Le *Jauréguiberry*, le *d'Entrecasteaux*, le *Saint-Louis* ont été ou seront munis d'appareils de commande de Savatier et de Lagabbe. Les autres tourelles ont

du tube au moyen de cornières, et qui se prolonge jusqu'au platelage de la cuirasse mobile. Elle comporte des poutres longitudinales, à l'aplomb des supports d'affûts, des entretoises transversales et une série de goussets rayonnants. La tourelle est recouverte d'un toit presque plat, surmonté lui-même d'un capot destiné à abriter la tête du pointeur. Le tube, en tôlerie, est formé d'une partie supérieure tronconique, guidée par une couronne de galets verticaux qui supporte la plate-forme, et d'une partie inférieure cylindrique, reposant sur un pivot hydraulique. L'ensemble de ces dispositions concourt, avec l'équilibrage de la tourelle, à diminuer si bien les frottements que deux hommes peuvent à bras faire tourner une tourelle de 19 à

24 centimètres, et qu'un seul suffit pour celles de 12 à 15 centimètres. Mais, normalement, la manœuvre du pointage en direction est confiée à un moteur électrique; le pointage vertical qui ne demande pas d'efforts considérables se fait à la main.

Le mécanisme du premier comprend (fig. 10 et 11): une circulaire dentée, fixée sur le tube au-dessous du pont cuirassé; un pignon qui engrène avec elle, et, sur le même arbre que ce dernier, une roue à denture héliçoïdale, conduite par une vis sans fin, calée directement sur l'arbre du moteur. Ce dernier porte également la manivelle de la commande à bras. La roue héliçoïdale et son arbre sont reliés l'un à l'autre par l'intermédiaire de rondelles de friction, alternativement solidaires de l'arbre et de la roue, et qui sont chargées par une rondelle Belleville, dont la tension est calculée de manière à éviter une trop grande fatigue des organes en cas d'arrêt brusque de la tourelle.

La commande du moteur est, ainsi que nous l'avons dit, confiée à un appareil qui a reçu le nom de *cartouche électrique* (fig. 14 et 15). Dans sa réalisation, MM. Canet et Hillairet-Huguet se sont posé comme condition première de faire manœuvrer par le pointeur lui-même et, pour ainsi dire, sans intermédiaire, le commutateur dont le jeu règle la vitesse de rotation du moteur; ce n'est du reste que dans ces conditions qu'il peut avoir réellement la tourelle dans la main, et obtenir chaque fois à coup sûr, dans un sens ou dans l'autre, de très petits déplacements de la ligne de mire. Pour bien comprendre la constitution de la cartouche il est nécessaire de rappeler les diverses conditions à remplir :

1° Faire tourner la tourelle, à droite ou à gauche, en actionnant un levier dans le sens du déplacement;

2° Quelle que soit la brusquerie du mouvement imprimé au levier, assurer à la tourelle une marche doucement progressive;

3° Obtenir ainsi une vitesse proportionnelle à l'angle décrit par le levier de manœuvre;

4° Ramener la tourelle à l'arrêt, par une succession de phases inverses de celles de la mise en marche;

5° Provoquer l'arrêt instantanément, mais cependant sans à-coup ni mouvement de lancé provenant de l'inertie de la grande masse en mouvement;

6° Obtenir, à volonté, dans les deux sens, par de petits mouvements du levier de manœuvre, des déplacements extrêmement faibles permettant de pointer avec la plus extrême précision;

7° Assurer l'arrêt automatique à chaque extrémité de la course de la tourelle, avant que celle-ci vienne heurter contre les butées mécaniques, et cela sans rompre brusquement le circuit du moteur, afin d'éviter les étincelles.

Les quatre premières conditions ont été facilement obtenues, grâce à une série convenable de résistances et à un commutateur comportant un nombre suffisant de divisions. Pour obtenir l'arrêt immédiat, on a donné au pointeur la possibilité, non seulement de couper le courant, mais encore de mettre le moteur en court circuit, tout cela par un simple mouvement de levier; de cette façon, le moteur transformé en générateur remplit vis-à-vis de la tourelle le rôle d'un frein très énergique. Les faibles mouvements destinés à assurer la précision du pointage ont été obtenus par une disposition permettant de déplacer le frotteur de quantités très petites, alternativement des deux côtés de la position de démarrage. La dernière condition, relative à l'arrêt automatique de la tourelle aux deux extrémités de sa course, qui constituait le point le plus délicat, a été ingénieusement réalisée, au moyen d'un embrayage magnétique, dont le courant seul est coupé par les butées, et qui, abandonnant le porte-balais du commutateur du rhéostat, lui laisse la faculté de revenir rapidement à la position zéro, sous l'action d'un ressort.

La cartouche électrique, à l'aide de laquelle ces multiples résultats ont été atteints, et que représentent schématiquement les figures 14 et 15, renferme trois groupes d'organes distincts : les appareils de commutation à la partie haute; le commutateur de marche, avec son rhéostat, à la partie basse; au centre, l'entraîneur magnétique, reliant entre elles les deux parties précédentes, ou les séparant à volonté. L'installation est complétée par les butées fixes, placées sous le pont cuirassé, à droite et à gauche de la tourelle, et qui ont pour effet de couper le courant de l'entraîneur magnétique, un peu avant que la tourelle arrive aux extrémités de sa course. Les détails de l'appareil sont donnés par la légende très explicite, qui accompagne les figures 14 et 15.

Voici comment il fonctionne. Lorsque, par l'action des commutateurs du tableau général, les génératrices sont fermées sur le circuit de la tourelle, mais que la manette est dans sa position zéro, le circuit est encore ouvert dans la cartouche, et par suite aucun courant ne passe dans le moteur, qui est d'ailleurs en court circuit. Seul le circuit de l'entraîneur magnétique est parcouru par un courant dérivé.

Lorsque le pointeur actionne, dans un sens ou dans l'autre, sa manette N, le levier 6, qui en est solidaire, prend la position voulue pour assurer le retour du courant de l'entraîneur par celles des butées 8 ou 10, qui correspond à la direction du mouvement; en même temps le levier 11 est disposé pour envoyer au moteur M le courant dans le sens voulu. La rotation de l'arbre 1 entraîne celle

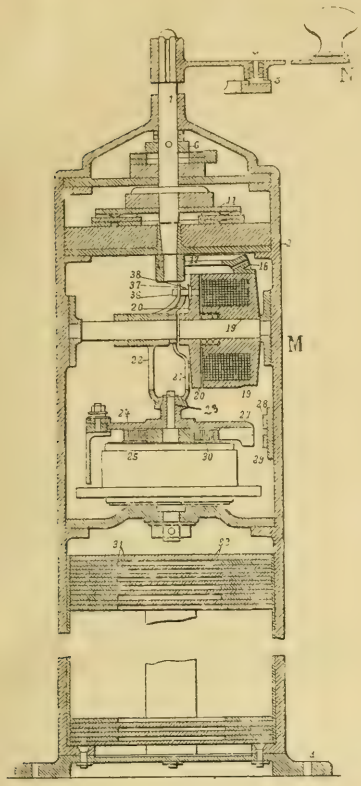


Fig. 14.

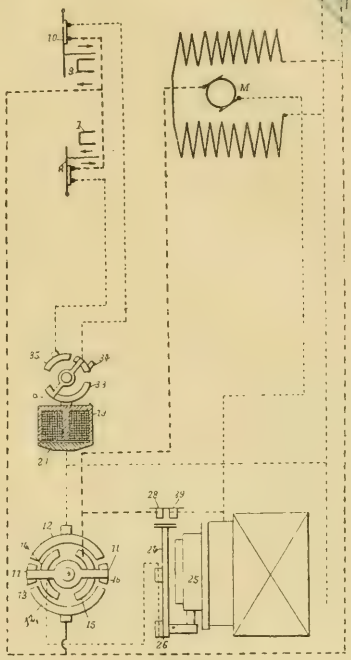


Fig. 15.

Fig. 14 et 15. — *Cartouche électrique de MM. Canet et Hillairet-Huguet pour la manœuvre électrique des tourelles.* — Fig. 14. *Coupe transversale.* — Fig. 15. *Schéma des connexions.* — 1, arbre de la cartouche portant la manette de manœuvre N; 2, montants en fonte formant carcasse pour l'enveloppe de la cartouche; cette enveloppe est constituée par des plaques de tôle cintrées; 3, plateau de fonte sur lequel sont boulonnés les montants 2; 4, cliquet à ressort assurant l'arrêt franc de la manette N sur les divisions du cadran 5; 6, premier levier de commutation, claveté sur l'arbre 1, mobile sur les touches 33, 34, 35 : la touche 33 est en relation permanente avec le circuit dérivé, qui traverse l'entraîneur magnétique; les touches 34, 35 communiquent respectivement avec les butées fixes 9, 10 et 7, 8. Le levier 6, toujours en contact par l'une de ses extrémités avec la touche 33, frotte par l'autre sur l'une des touches 34, 35, assurant de la sorte le retour du courant de l'entraîneur magnétique par l'une ou l'autre des butées. Quand la manette N est à sa position zéro, le levier est à cheval sur les deux touches 34, 35; 11, second levier de commutation, claveté aussi sur l'arbre 1, mobile sur les touches 12 à 16. Les touches 12, 12, sont en relation avec le circuit principal; les touches 14 et 15 communiquent avec les balais du moteur M de la tourelle, la première par l'intermédiaire du commutateur de marche et du rhéostat, la seconde directement; 13 et 16 sont des contacts neutres sur lesquels se trouve le levier 11, quand la manette N est au zéro. Lorsqu'on l'amène à droite ou à gauche de cette position neutre, en reliant les touches 12 ou 12, avec les touches 14 et 15, il change le sens du courant à l'intérieur de la dynamo M; 17, 18, secteurs dentés, calés, le premier sur l'axe 1, le second sur l'enveloppe de l'électro 19; 19, électro-aimant mobile autour de l'arbre horizontal, qui passe suivant son axe; 20, armature de l'électro. Cette armature porte une dent qui, lorsque l'électro est excité et l'armature attirée, pénètre dans un logement que porte l'électro et les rend solidaires. Quand l'électro n'est pas excité, le ressort à boudin, qu'on voit au centre de la bobine, éloigne l'armature de l'électro. L'armature porte aussi une broche 36, par laquelle, une fois solidarisée avec l'électro, quand elle tourne avec ce dernier autour de l'axe horizontal, elle agit sur l'une ou l'autre des pièces 37, 38, solidaires elles-mêmes des secteurs dentés 21, 22; 21, 22, secteurs dentés engrenant avec le pignon 23, qu'ils conduisent dans des sens opposés; 24, levier du commutateur de marche 25, qui est construit comme le collecteur d'une dynamo. Ce levier porte d'un côté les balais du collecteur 26, de l'autre le contact 27, qui, lorsque la manette est au zéro, relie les pièces 28 et 29, et, par elles, met en court circuit le moteur M; 30, ressort ramenant le levier 24 à sa position zéro, quand le circuit de l'entraîneur magnétique est automatiquement coupé par le contact d'un des butoirs mobiles, qui porte la tourelle avec la butée fixe qui lui correspond sur le pont cuirassé. Ces butées fixes 7, 8 et 9, 10 sont constituées chacune par un cylindre de matière isolante, dans lequel peut glisser suivant l'axe une tige métallique : quand celle-ci est maintenue par un ressort au contact d'une lame de métal fixée à l'intérieur du cylindre, le circuit de l'entraîneur est fermé; mais quand le butoir de la tourelle rencontre la butée du pont cuirassé, la tige glisse suivant l'axe de cette dernière, et le circuit est coupé dans l'entraîneur magnétique; 31, résistances du rhéostat, auxquelles sont reliées les diverses touches du commutateur 25; 32, disques isolant les résistances 31.

du secteur 17, qui en est solidaire, et, par suite celle du secteur 18, en prise avec le précédent; l'électro, sur l'enveloppe duquel le secteur 18 est monté, tourne donc, et avec lui l'armature 20 et la broche 36. Celle-ci actionne l'une des pièces 37 ou 38, et celui des secteurs 21 ou 22, qui correspond à cette pièce, fait tourner le pignon 23. La rotation du levier 24, d'une part, éloigne la pièce 27 des contacts 28 et 29, et par là rompt le court circuit dans le moteur M; d'autre part, elle fait parcourir aux balais 26 les touches du commutateur 25, en relation avec les résistances progressivement décroissantes du rhéostat 31.

Le courant est donc admis, à l'intérieur du moteur M, à un potentiel d'abord très faible; mais qui croît à mesure que se prolonge le trajet de la manette. Dès qu'il atteint la valeur requise pour le départ du moteur, le démarrage se produit, d'ailleurs sans à-coups; c'est aussi sans à-coup, et quelle que soit la brusquerie des impressions reçues par la manette, que la vitesse du moteur augmente jusqu'à sa valeur maximum. Inversement, l'arrêt de la tourelle, provoqué par le retour de la manette au zéro, ne se produit qu'après que le moteur a parcouru la même gamme de vitesses qu'à l'aller; aussi, quelque rapide qu'il soit, cet arrêt n'est jamais brusque. Le retour de la manette au zéro remet en court circuit le moteur électrique, et tout mouvement de lancé est évité, malgré l'importance de la masse tournante. Ce qui se passe, par suite du déplacement de la manette dans un sens, se reproduit dans le sens opposé, les connexions étant automatiquement inversées par les leviers 6 et 11, au passage de la manette au zéro.

On voit donc que, la tourelle étant dans une position quelconque, le pointeur peut toujours amener rapidement la ligne de mire dans la direction du but, par un simple mouvement de la manivelle, dans le sens même qu'il veut imprimer à la tourelle; il lui est ensuite très facile de terminer le pointage ainsi dégrossi, par de petits mouvements alternatifs donnés à la manette. Le moteur étant lancé à une vitesse quelconque au cours d'une manœuvre, si le pointeur abandonne sa manette, s'il est blessé, par exemple, pendant le combat, la tourelle continue son mouvement; mais, à l'approche de l'extrémité de sa course, l'un des butoirs mobiles arrive au contact de la butée fixe qui lui correspond, le courant de l'entraîneur magnétique est rompu, et, par suite, les organes de marche tant brusquement rendus indépendants de tout le système, le ressort 30 amène au zéro le frotteur du commutateur 25, et, au moment où le courant est coupé, les balais du moteur sont mis en court circuit : l'arrêt est immédiat. Pour embrayer de nouveau, il suffit de ramener la manette au zéro : le circuit de l'entraîneur est alors fermé sur la seconde butée, et tout est disposé pour imprimer à la tourelle un mouvement inverse du premier. Toute fausse manœuvre est impossible, car le circuit de l'entraîneur n'étant rétabli que par la butée qui n'a pas agi, on ne peut imprimer à la tourelle qu'un mouvement de retour; un déplacement inverse de la manette aurait pour effet de couper immédiatement le circuit.

En ce qui concerne la commande électrique du monte-charges, le dernier organe de la tourelle qu'il nous reste à décrire, le problème était moins complexe, puisque, d'une part, la vitesse de marche devait être constante, et, d'autre part, les arrêts en haut et en bas devaient se produire en des points fixes. Aussi, tout en basant les appareils de commande sur les mêmes principes, a-t-il été possible de les simplifier. L'ensemble du commutateur affecte la forme d'une boîte rectangulaire de très faible épaisseur, ne laissant dépasser extérieurement que la manette. Par le mouvement de celle-ci dans un sens ou dans l'autre, on provoque à volonté la montée ou la descente. Le pourvoyeur peut même, s'il le désire, arrêter le monte-charges en un point quelconque de sa course; il n'a qu'à ramener la manette au zéro. Le moteur électrique est disposé sur une petite plate-forme (fig. 10) fixée sur le tube de la tourelle, dès lors mobile avec elle; le moteur est constamment en mouvement pendant la durée du tir. Dans la transmission, qui le relie au monte-charges, est intercalé un embrayage à friction, qui a pour but d'arrêter celui-ci, tout en laissant marcher le moteur. Le monte-charges est constitué par une chaîne sans fin, dont les godets reçoivent indifféremment les projectiles ou les demi-gargousses.

Le moteur pour le pointage en direction d'une tourelle de 24 centimètres a ordinairement une puissance d'une quinzaine de chevaux, sur lesquels deux tiers seulement sont utilisés en service normal. Un moteur de huit chevaux actionne la noria du monte-charges.

Nous arrêterons ici cette revue des applications de l'électricité à l'artillerie. Nous aurions pu assurément l'étendre à d'autres emplois du même agent, notamment aux transmetteurs d'ordre, dont l'usage se répand beaucoup sur les navires, et qui dans l'espèce sont destinés à assurer des communications faciles entre le commandant de l'artillerie et les diverses pièces, mais cela nous aurait conduit à étendre démesurément un article déjà trop long [1].

Gérard Lavergne,
Ingénieur civil des Mines.

[1] La figure 2 de cet article nous a été prêtée par l'*Eclairage Electrique*, les figures 9, 10, 11, 14 et 15 par le *Génie civil*. Nous désirons remercier ici ces journaux de leur obligeance.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Du Ligondès (Lieutenant-colonel R.). — **Formation mécanique du Système du Monde.** — 1 *vol. in-8° de 177 pages. Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1897.

L'ouvrage du Lieutenant-colonel du Ligondès contient nombre de vues nouvelles et ingénieuses; plusieurs remarques intéressantes complètent heureusement l'esquisse tracée par M. Faye dans son beau livre *Sur l'origine du monde*, dont l'auteur s'est largement inspiré.

Ce ne sera pas l'un des moindres services rendus par M. Faye que d'avoir ramené l'attention du monde savant sur les questions d'origine, naguère abordées avec une confiance excessive et aujourd'hui, par contre, un peu délaissées comme si elles étaient chimériques.

Il n'en est rien; le ferme bon sens de Le Verrier ne s'y est pas trompé. Si la place l'avait permis, nous aurions eu plaisir à reproduire le magnifique tableau des recherches à poursuivre en Astronomie, tracé dans le Rapport qui commence les *Annales de l'Observatoire de Paris*, ainsi que les réflexions contenues dans une lettre adressée en 1867 à Sir John Herschel, à propos des météores de novembre. Contentons-nous de rappeler l'estime témoignée aux travaux de Roche qui s'attacha pendant longtemps à approfondir et à développer les théories cosmogoniques de Laplace au moyen de l'analyse mathématique. O. CALLANDREAU,

de l'Académie des Sciences.

Stahl (Hermann), *Professeur de Mathématiques à Tübingen.* — **Theorie der Abel'schen Functionen.** — 1 *vol. in-8° de 354 pages avec fig.* (*Prix* : 15 *fr.*). *B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1897.

Bien qu'il existe déjà plusieurs excellents traités des fonctions abéliennes, le besoin se faisait vivement sentir d'un nouvel exposé de cette importante branche, créée il y a quarante ans par Riemann. L'ouvrage que vient de publier M. Stahl sera donc le bienvenu.

Tout en se plaçant au point de vue de Riemann, l'auteur a tenu compte des progrès réalisés dans la théorie des fonctions algébriques. Le développement qu'a pris cette branche semble ouvrir à l'étude des fonctions abéliennes une direction nouvelle, dans laquelle, au lieu de faire appel au principe de Dirichlet, dont fait usage Riemann, on adopte une méthode purement algébrique, basée sur les travaux de MM. Brill et Noether. C'est dans ce sens que l'auteur envisage la théorie dans la première partie de son ouvrage, consacrée aux fonctions rationnelles et aux intégrales abéliennes.

La seconde partie a pour objet le problème de l'inversion de Jacobi. Elle contient un exposé général des fonctions Θ et de leurs transformations linéaires. Ces fonctions sont étudiées suivant la méthode employée par M. Hermite pour les fonctions elliptiques, et étendue ensuite aux fonctions abéliennes par M. Weber. A l'avantage d'une complète généralité, cette manière de procéder joint celui de conduire directement à la représentation des fonctions algébriques et des intégrales abéliennes au moyen des fonctions Θ.

Au début de chaque partie, l'auteur a soin de rappeler les principaux théorèmes de la théorie des fonctions elliptiques et de faire entrevoir comment ils se prêtent à une extension aux fonctions abéliennes, qui ne sont qu'une généralisation des précédentes. C'est là une disposition heureuse, dont lui sauront gré les lecteurs qui abordent pour la première fois cet intéressant domaine. H. FEHR,

Privat-docent à l'Université de Genève.

2° Sciences physiques

Loppé (F.), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **Les Transformateurs de tension à courants alternatifs.** — 1 *vol. in-18 de 208 pages avec 49 figures de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté.* (*Prix : broché*, 2 *fr.* 50; *cartonné*, 3 *fr.*). *Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris*, 1897.

Après avoir doté l'excellente collection des *Aide-Mémoire Léauté* d'une monographie sur les *Accumulateurs électriques*, M. F. Loppé nous donne aujourd'hui un nouveau volume sur les *Transformateurs de tension à courants alternatifs*, écrit surtout au point de vue de l'étude du calcul et de la construction des transformateurs industriels.

La détermination des conditions théoriques de fonctionnement d'un transformateur à noyau de fer est l'un des problèmes les plus difficiles que présente l'électrotechnique ; aussi faut-il savoir gré à l'auteur d'être parvenu à condenser dans les 200 pages de cet Aide-Mémoire les études théoriques et les données expérimentales les plus essentielles, fournies jusqu'ici dans les nombreuses revues techniques sur ce sujet, et que ses fonctions de professeur au Laboratoire central d'Electricité lui ont permis de sélectionner pour le plus grand bien des ingénieurs et constructeurs électriciens, qui trouveront dans ce petit volume tous les éléments nécessaires pour l'étude et la construction de ce genre de transformateurs.

L'ouvrage est divisé en deux parties, l'une théorique et l'autre pratique.

Dans la partie théorique qui comprend environ 50 pages, l'auteur établit les équations générales d'un transformateur idéal sans dispersion magnétique et à réluctance constante et il étudie ensuite l'influence de la dispersion, de l'hystérésis, des courants de Foucault, de la capacité électro-statique et enfin de la courbe de la force électro-motrice primaire sur les éléments de fonctionnement d'un tel transformateur.

Dans la seconde partie, qui est la partie *pratique* de l'ouvrage, l'auteur donne la description du classement et de l'emploi des différents systèmes de transformateurs, de leurs avantages et inconvénients respectifs, des meilleures dispositions à donner au circuit magnétique métallique, aux enroulements primaires et secondaires, du choix de la valeur maxima de l'induction dans le fer, de l'épaisseur des tôles suivant la fréquence du courant primaire et les applications qu'on a en vue.

Les électriciens qui abordent pour la première fois cette question sauront certainement gré à l'auteur d'avoir donné quelques exemples de *calculs numériques* des transformateurs industriels les plus courants, étudiés surtout au point de vue du rendement sous différentes charges. Cette partie de l'ouvrage est d'ailleurs illustrée de courbes et de nombreux tableaux de données numériques destinées à faciliter les calculs. Si nous avons une critique à formuler, c'est d'avoir à constater, en dehors de quelques fautes de calcul et d'expressions impropres, telles que *phases enroulées*, *phases extérieures et intérieures* (page 202), que l'auteur n'a pour ainsi dire rien consacré aux méthodes à employer pour *mesurer* le rendement, la puissance de transformation et les différents éléments de fonctionnement des transformateurs; cette question a bien son importance cependant dans un ouvrage visant surtout la pratique et les applications industrielles. R. A.

Chancel (F.), *Préparateur de Chimie à la Faculté des Sciences de Marseille.* — **Contribution à l'étude des propylamines normales et de leurs dérivés.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris*). — 1 *brochure in-8° de* 100 *pages avec planches. Barthelet et Cie, imprimeurs*, 19, *rue Venture. Marseille*, 1897.

Le travail de M. Chancel est une revision des connaissances acquises relativement aux propylamines normales, au cours de laquelle l'auteur a pu obtenir quelques dérivés nouveaux, tous prévus par la théorie, et appartenant soit à la classe des propylglycocolles, soit à celle des propylacétamides ou enfin à celle des propylurées.

M. Chancel indique avec soin la meilleure marche à suivre pour préparer les propylamines et effectuer leur séparation; il donne leurs chaleurs de formation et leurs chaleurs de saturation par les principaux acides; enfin il termine son Mémoire par deux notes relatives aux tensions de vapeur des trois propylamines, dont il donne la correspondance avec la température jusque vers trois atmosphères de pression. L. MAQUENNE,

Chargé de Cours à la Sorbonne.

Joannis (A.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Cours élémentaire de Chimie (Chimie organique).** — 1 *vol. in-18 de* 262 *pages.* (*Prix: 3 fr.* 50.) *Baudry et Cie, éditeurs. Paris*, 1897.

Le dernier fascicule du Cours élémentaire de Chimie de M. Joannis vient de paraître. L'importance toujours croissante de la Chimie Organique a obligé l'auteur à développer cette partie de son ouvrage ; l'étendue qu'il lui donne est presque égale à celle que prend l'étude des métalloïdes.

Les théories de la valence des éléments et des groupements fonctionnels, qui ont rendu ces questions si claires et si attrayantes, sont présentées au lecteur brièvement et simplement. L'examen des corps devenus classiques vient ensuite ; l'auteur a pris soin d'indiquer pour chaque corps étudié les réactions analytiques qui servent à le faire reconnaître.

LÉON PIGEON,
Professeur adjoint de Chimie
à la Faculté des Sciences de Dijon.

3° Sciences naturelles

Larbalétrier (A.), *Professeur de Chimie et de Technologie agricoles à l'École d'Agriculture du Pas-de-Calais.* — **Les résidus industriels employés comme engrais. I. Industries minérales et animales. II. Industries végétales.** — 2 *vol. in-18° de* 200 *et* 160 *pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire.* (*Prix de chaque volume: broché*, 2 *fr.* 50; *cartonné*, 3 *fr.*). *G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris*, 1897.

Les deux volumes que vient de publier M. Larbalétrier constituent un ouvrage complet sur l'emploi agricole des résidus industriels dont on a reconnu l'importance et qui permettent aujourd'hui de rendre au sol une partie des éléments fertilisants qui lui sont enlevés par les récoltes.

La première partie, consacrée aux résidus des industries minérales, comprend l'examen des déchets de la fabrication du gaz d'éclairage, de l'alun, de l'acier. Les eaux et les sels d'ammoniaque, les chaux d'épuration du gaz sont étudiés au point de vue de leur composition, de leur efficacité comme engrais, des matières nuisibles qu'ils peuvent renfermer, des fraudes dont ils sont l'objet. Il en est de même, dans l'industrie de l'alun, pour les cendres pyriteuses et le sulfate de fer; enfin l'auteur insiste spécialement sur l'emploi des scories de déphosphoration obtenues pendant l'affinage de l'acier.

La seconde partie, industries animales, relate, comme composition et comme efficacité, ce qui est relatif aux résidus des fabriques de laines et laînages, de la tabletterie et industrie des os (noir animal, superphosphates d'os, phosphates précipités), du sang et de la viande, du cuir, des boyauderies, râpures de cornes, crins et plumes, pains de creton ; un chapitre spécial est réservé aux engrais de poissons, dont M. Larbalétrier montre l'importance et constate le bon effet.

Dans le second volume, qui traite des résidus de matières végétales, l'auteur laisse de côté l'étude des tourteaux de graines oléagineuses qu'il a examinés spécialement dans un des volumes de la Collection Léauté. Les matières abandonnées par les industries des varechs, les sucreries, et les distilleries, les féculeries et amidonneries, les brasseries et malteries, les industries textiles, les marcs de vins et de cidres, les résidus des meuneries, des tanneries, les cendres végétales, les détritus de la tourbe et des tourbières, des papeteries, etc., forment le fonds de ce deuxième ouvrage, qui se termine par quelques mots sur les composts et fumiers. Ce dernier sujet est traité un peu succintement, mais il faut reconnaître qu'il pourrait, à lui seul, former le sujet d'un livre entier.

Les diverses études présentées par M. Larbalétrier sont très consciencieuses et sont rédigées surtout au point de vue pratique ; il était intéressant à ce titre de les signaler au monde agricole auquel elles pourront rendre de réels services. A. HÉBERT.

Binet (A.). — **L'année Psychologique.** *Avec la collaboration de* MM. BEAUNIS, RIBOT, HENRI, *etc.* — 1 *vol. in-8° de* 824 *pages et* 105 *fig.* (*Prix* : 15 *fr.*). *C. Reinwald, éditeur. Paris*, 1897.

La troisième *Année Psychologique*, qui vient de paraître, est conçue sur le même plan que ses deux devancières; elle est formée de deux parties d'importance à peu près égale, des mémoires originaux et des analyses.

Les mémoires originaux émanent, pour la plupart, du Laboratoire de Psychologie de la Sorbonne et sont dus à la plume de M. Binet et de ses élèves ; ils sont précédés d'une étude suggestive de M. Ribot sur l'*abstraction des émotions*. L'auteur s'efforce de prouver que des émotions semblables, en se répétant et en s'additionnant, donnent lieu à des abstraits rudimentaires, qui diffèrent des idées abstraites bien développées par l'absence de mot et de signe.

L'activité de M. Binet et de ses collaborateurs s'est portée principalement cette année sur l'étude des questions de *circulation*, partie si importante de la psychologie physiologique, puisque la circulation — en y comprenant le cœur et les vaso-moteurs — constitue le réactif le plus délicat des phénomènes de conscience, à telles enseignes qu'une personne peut éprouver une émotion si légère qu'elle ne s'en aperçoit pas, et cependant ses vaso-moteurs sont influencés.

Cinq articles, en collaboration avec M. Courtier, nous montrent les modifications de forme du *pouls capillaire* suivant les heures de la journée, et sous l'influence du travail intellectuel, du travail physique et de la vie émotionnelle. Ici même, il y a quelques mois, M. Binet a tracé l'historique de la question, à laquelle se rattachent les noms de Marey, François-Franck et Mosso. Les investigations qu'on nous met sous les yeux, avec de nombreux tracés à l'appui, nous montrent que la forme du pouls capillaire varie suivant les heures de la journée d'une manière très régulière, et qu'elle est surtout influencée par les repas ; le travail intellectuel agit de deux manières, suivant qu'il est court ou prolongé ; dans le premier cas il agit comme excitant, il accélère le cœur et la respiration, et impressionne le système vaso-moteur ; dans le second cas, c'est la dépression qui domine. Le travail musculaire, étudié sous le rapport de son action sur les capillaires, doit être distingué en deux formes ; l'effort très énergique, par exemple la pression au dynamomètre, tend à effacer le dicrotisme de la pulsation ; l'effort plus modéré et général, celui qui active la respiration par exemple, comme la marche, produit un effet inverse, une accentuation du dicrotisme.

Sous le titre de *La vie émotionnelle*, nous trouvons un ensemble de recherches relatives aux rapports des émotions avec le pouls capillaire. MM. Binet et Courtier avouent qu'ils ne sont pas parvenus à des conclusions précises, à cause de la complexité du sujet; en revanche, toute cette partie fourmille d'observations curieuses et d'expériences inattendues, faites pour provoquer au laboratoire différentes émotions de plaisir, et surtout de peur et de dégoût. Les auteurs ont pu étudier un sujet d'élite chez lequel la qualité même de l'émotion s'exprime dans la forme du pouls.

Un autre travail de psychologie physiologique qui se rattache au précédent est celui de MM. Binet et Vaschide sur la pression du sang. C'est un problème toujours d'actualité. Les auteurs sont arrivés à des conclusions fermes, en étudiant douze sujets ; voici trois propositions qui résument une partie de leur travail : 1° quand il s'agit de phénomènes aussi délicats que ceux de la pression du sang, il faut bannir toute appréciation subjective et ne se servir que de tracés. Aussi les auteurs n'ont-ils employé ni le sphygmomètre de Bloch, ni celui de Basch, mais l'appareil plus récent de Mosso; 2° il est impossible, jusqu'ici, de mesurer la pression d'une manière absolue, mais on peut mesurer exactement les changements et les variations de la pression; 3° le travail intellectuel, les émotions, le travail physique (sans suspension de la respiration) produisent, au moment même où ils se manifestent, une hausse de pression.

Les autres mémoires originaux ont trait à des questions de psychologie expérimentale. Signalons des études de M. V. Henri sur *Les premiers souvenirs de l'enfance*, et sur l'*Expérience d'Aristote*, des études de M. Binet sur le *Paradoxe de Diderot*, et sur la *Description d'un objet*, une étude de M. Vaschide sur *La localisation des souvenirs*, et enfin une revue générale de M. Henri sur le *Travail psychique et physique*.

La deuxième partie contient 500 pages consacrées à l'analyse des travaux de l'année, parus en France et à l'étranger, sur la Psychologie. Les analyses ont été conçues de manière à dispenser de recourir aux sources, et elles sont riches en tables, graphiques, figures. Quelques-unes n'ont pas moins de 20 pages de longueur. Enfin, une table bibliographique de 2.234 numéros complète cette importante publication. N. Vaschide.

4° Sciences médicales

Dumas (G.). — **Les états intellectuels dans la mélancolie.** — *1 vol. in-8° de 142 pages.* (*Prix* : 2 fr. 50). *F. Alcan, éditeur. Paris.*

M. Dumas s'est tout d'abord proposé dans ce court mémoire, qui lui a servi de thèse inaugurale, de déterminer les relations qui existent chez les mélancoliques entre l'état émotionnel et les représentations, et en particulier les idées délirantes[1]. Laissant de côté la mélancolie avec stupeur et la mélancolie anxieuse, il s'est exclusivement attaché à l'étude des deux autres variétés, généralement admises, de cette affection : la mélancolie avec conscience et la dépression mélancolique. Dans la majorité des cas, les idées pénibles et les conceptions délirantes ont leur origine, à ses yeux, dans l'état affectif; il est la cause et non le résultat des pensées douloureuses qui envahissent l'esprit du malade et c'est dans un état organique de dénutrition, d'anémie ou d'intoxication qu'il trouve lui-même son explication. Les motifs que le mélancolique assigne à sa tristesse lui sont suggérés par sa tristesse même et lui servent à se la justifier. Mais il est d'autres cas où c'est bien une obsession douloureuse, une idée délirante de caractère pénible, parfois même un événement réel qui crée dans un esprit, d'ailleurs prédisposé, cet état de dépression et de tristesse. Il convient d'ajouter d'ailleurs que dès que la tristesse et la dépression se sont emparées d'un esprit, le même mécanisme joue que précédemment et l'état émotionnel engendre à son tour des représentations qui servent à le motiver et à le justifier plus pleinement. Il faut aussi remarquer que l'idée délirante se développe d'autant plus aisément, que l'événement douloureux produit un choc émotionnel d'autant plus violent que la santé générale du malade est plus altérée, que ses centres cérébraux ont été amenés par la fatigue, le surmenage ou l'intoxication à un état de moindre résistance. Dans les deux cas, qu'il s'agisse d'un état affectif inexpliqué ou d'une idée délirante obsédante et douloureuse, nous trouvons en action la même loi synthétique, qui contraint le moi à mettre l'unité et l'harmonie entre les divers états qui le constituent.

En même temps que par la tristesse, la mélancolie se caractérise souvent par une sorte d'atonie de la volonté, d'incapacité du malade à exécuter ce qu'il s'est déterminé à accomplir. Le mélancolique a très fréquemment le sentiment de ne pas pouvoir prendre une décision ou d'être impuissant à vouloir jusqu'au bout, à traduire par des actes la décision prise. L'aboulie est primitive chez ces malades, elle n'est point causée par leurs idées délirantes; elle résulte comme leur état affectif de leur état organique, des troubles que la dénutrition de leur cerveau détermine dans les processus d'association; mais, obéissant à la loi de synthèse qui les conduit à se créer des motifs qui justifient leur tristesse, leur impuissance à agir suscite dans leur conscience des idées qui leur apparaissent comme de bonnes raisons de ne point agir, et comme les actes « automatiques » ont persisté rapides et énergiques à côté du ralentissement et de l'inhibition partielle de l'activité volontaire, ils ont tendance à se dédoubler et à attribuer ces actes qui se produisent en eux sans qu'ils les aient, à proprement parler, consentis, à l'intervention d'un autre être qui les leur impose du dehors. C'est ce même ralentissement, ce même appauvrissement de l'activité psychique qui explique l'envahissement rapide du moi tout entier par des émotions douloureuses et des idées pénibles avec lesquelles des conceptions d'un autre caractère et d'une autre couleur ne viennent pas en conflit. L'idée prédominante s'installe aisément parce que nulle pensée venue du dehors ne peut en cette lenteur et cette paresse de l'esprit faire contrepoids aux représentations qui ont leur origine dans l'état organique.

M. Dumas s'est donné pour tâche de fournir, en un exemple particulier, une vérification de la loi de Lange-James sur la relation qui unit aux phénomènes physiologiques qui les accompagnent, les états émotionnels et de mettre, du même coup, en lumière le rôle, dans la vie psychique des aliénés, de ces processus de synthèse et d'assimilation dont M. F. Paulhan et Pierre Janet, en première ligne, se sont efforcés d'établir la primordiale importance. Si la solution qu'il présente de ce double problème n'est point à coup sûr définitive ni complète, du moins la question a-t-elle été posée par lui plus nettement, et sur deux points : l'origine organique de la dépression mélancolique et le caractère « secondaire » dans bon nombre de cas des idées délirantes, doit-on lui donner cause gagnée. Il n'est que juste d'ajouter d'ailleurs que l'opinion soutenue par M. Dumas était depuis longtemps celle de la majorité des aliénistes, encore qu'ils ne l'aient pas toujours exposée avec une suffisante clarté. L. Marillier,

Agrégé de l'Université.

[1] M. Dumas a étudié, avec de plus amples développements et par des méthodes expérimentales précises, les relations qui unissent les états organiques et en particulier les variations circulatoires et respiratoires aux émotions agréables ou pénibles, dans trois articles qui ont paru dans la *Revue philosophique* en juin, juillet et août 1896, sous le titre de : *Recherches expérimentales sur la joie et la tristesse;* il a tenté d'analyser, dans ce même travail, le mécanisme par lequel la présence dans la conscience de telle ou telle représentation détermine telle ou telle variation circulatoire; ses recherches ont porté sur quelques sujets normaux et surtout sur des aliénés : paralytiques généraux, mélancoliques, maniaques, délirants chroniques, dégénérés, etc.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 31 Mai 1897.

M. Bouquet de la Grye annonce le décès de M. **Léopold Manen**, Correspondant pour la Section de Géographie et de Navigation.

1° Sciences mathématiques. — MM. **Lœwy** et **Puiseux** essaient de retracer l'histoire du sol lunaire, d'après l'étude des dernières photographies qu'ils ont faites. Ils concluent de nouveau à l'absence d'eau ou de glace à la surface de notre satellite. Ils montrent que l'état plus ou moins parfait de conservation des cirques, de même que l'étude des traits linéaires offrent deux bases solides pour l'établissement d'une chronologie lunaire. — M. **O. Callandreau** a étudié le rôle du Soleil et de Jupiter dans la désagrégation des comètes à courte période. Il conclut : 1° que la forme elliptique de l'orbite facilite la désagrégation; 2° la distance du noyau au Soleil restant la même, l'étendue de la sphère de stabilité augmente avec la vitesse du noyau; 3° il suffit que la comète rase la sphère d'attraction de Jupiter pour que l'influence combinée du Soleil et de Jupiter pour désagréger la comète, près de l'aphélie, dépasse notablement celle du Soleil près du périhélie. — M. **J. Boussinesq** donne les équations de l'écoulement des liquides dans les lits à grande section; il étudie, en particulier, le régime graduellement varié qui règne entre la première section amont où les filets fluides sont presque parallèles, mais trop rapides près de la paroi et trop lents au centre pour se conserver tels, et la section très distante où le filet central a pris toute sa vitesse, après s'être accéléré à mesure que le fluide extérieur se ralentissait. — M. **G. Perry** adresse une note relative à une équation générale des fluides. — M. **E. von Weber** étudie les équations aux dérivées partielles du second ordre, dont les deux systèmes de caractéristiques sont confondus; il se propose de chercher toutes les caractéristiques du troisième ordre passant par une caractéristique donnée du second ordre. — M. **E. Cartan** communique quelques théorèmes sur les systèmes de nombres complexes. Tous les systèmes simples rentrent dans un même type; ils sont d'ordre p^2, p étant un entier quelconque. Tout système qui n'est ni simple, ni demi-simple, est formé d'un sous-système invariant pseudo-nul et d'un sous-système simple ou demi-simple. — M. **E.-M. Lémeray** communique quelques considérations sur la convergence des substitutions uniformes. — M. **P. Painlevé** étudie les petits mouvements périodiques des systèmes et montre que, dans le voisinage d'une position d'équilibre stable, il existe, en général, une infinité de mouvements périodiques réels. — Dans le calcul du rendement des engrenages, on néglige généralement le frottement des tourillons; M. **L. Lecornu** montre que, pour en tenir compte, il suffit, dans la formule usuelle, d'ajouter à la longueur p le rayon f des tourillons.

2° Sciences physiques. — M. **Violle** présente un rapport sur les précautions à prendre dans l'installation des conducteurs électriques au voisinage des magasins à poudre : N'admettre dans le voisinage des magasins à poudre que des lignes en parfait état d'installation. Rejeter toute ligne étrangère à 20 mètres au moins si elle est aérienne, 10 mètres si elle est souterraine. Imposer la même limite aux conduites métalliques souterraines (eau, gaz, etc.). — M. **Ponsot** montre que l'étude de l'influence de la surfusion sur l'abaissement du point de congélation par une méthode cryoscopique donnée permet de se rendre compte des erreurs systématiques de cette méthode. — MM. **H. Moissan** et **J. Dewar** ont liquéfié le fluor (préparé par électrolyse du fluorure de potassium) à — 185°, en le plaçant dans de l'oxygène liquide bouillant sous pression réduite. A basse température, le fluor n'attaque plus le verre, ni la plupart des métalloïdes. — M. **R. Colson** adresse un mémoire ayant pour titre : « Action du zinc sur la plaque photographique. » — MM. **Wyrouboff** et **Verneuil** indiquent un nouveau procédé pour obtenir du cérium absolument pur. Par les procédés de Mosander et de Debray, on obtient généralement un oxyde intermédiaire $Ce^6O^7 = Ce^3O^4 . 3\,CeO$; si on le dissout à chaud dans l'acide nitrique, puisqu'on ajoute du nitrate d'ammoniaque, Ce^3O^4 se précipite, tandis que CeO reste en solution avec tout le lanthane et le didyme. L'oxyde précipité ne renferme plus qu'un peu de thorium et de fer, qu'on peut séparer ultérieurement. — M. **H. Moissan** a obtenu du cérium parfaitement pur en dissolvant du carbure de cérium dans l'acide nitrique par trois attaques successives; la solution obtenue dans la deuxième attaque donne du cérium pur, la première solution renfermant le thorium et la dernière le fer. — M. **F. Osmond** a poursuivi l'étude des alliages du groupe argent-cuivre; il montre que les constituants jaune et blanc des alliages, visibles au microscope, ne sont respectivement ni du cuivre ni de l'argent pur, mais bien des dissolutions solides des deux métaux. En effet, si l'on examine au microscope un alliage contenant 0,5 °/o d'argent, on n'aperçoit pas d'argent libre; de même pour le cuivre; il y a donc solubilité mutuelle. — M. **José Rodriguez Mourelo** montre qu'un principe d'oxydation et une structure particulière sont nécessaires pour que le sulfure de strontium soit susceptible de phosphorescence. — M. **L. Prunier** donne une nouvelle théorie de la formation des éthers-oxydes. Au lieu de prendre comme base la régénération continuelle de l'acide sulfurique à l'état libre, il paraît préférable d'admettre que l'action de l'alcool, ajouté peu à peu, porte principalement sur les deux éthers sulfuriques, et surtout sur les deux produits de décomposition, les dérivés sulfonés, qui constituent en grande partie les résidus. — MM. **J. Ville** et **J. Moitessier** ont constaté que la phénylhydrazine donne, avec les chlorures métalliques, des combinaisons analogues à celles que fournissent l'ammoniaque et les bases organiques (aniline, toluidines, etc.). — M. **A. Gautier** pense que les matières humiques ne fertilisent pas le sol parce qu'elles sont absorbées par les plantes, mais surtout parce qu'elles aident au développement des algues et des microbes fixateurs d'azote. — M. **Léo Vignon** donne la description d'un nouvel appareil pratique servant à l'analyse industrielle des gaz. — M. **E. Chuard** a constaté, dans les produits de décomposition de l'acétylène par l'eau, la présence d'hydrogène phosphoré, insecticide puissant. Le carbure de calcium semble devoir être employé avec succès dans la lutte contre le phylloxéra.

3° Sciences naturelles. — MM. **S. Arloing** et **Edouard Chantre** ont étudié le muscle *sphincter ani*. Il est relié à la moelle par deux branches nerveuses paires, comprenant chacune des neurones centrifuges et des neurones centripètes. Ces derniers puisent dans le muscle en contraction une excitation ordinairement capable de mettre en jeu le centre moteur réflexe de l'organe. — M. **G. Weiss** donne la description d'une balance enregistrante, permettant de tracer la courbe de variation de poids d'un corps; on peut se servir d'une balance quelconque, qu'on relie électriquement à l'enregistreur. L'auteur a appliqué son appareil à

l'étude des produits de la respiration. — M. **Bouchard** annonce qu'il a entrepris les mêmes études avec un appareil analogue. — M. **Mathias Duval** a étudié le développement de la vésicule ombilicale du Murin; il a constaté que le placenta est bien allantoïdien et non ombilical; en outre, l'endothélium primitivement plat de la vésicule se transforme en un épithélium cylindrique. — M. **Bonnafy** communique la statistique médicale du corps d'occupation de la Cochinchine de 1861 à 1888; la mortalité est tombée de 115 °/₀₀ au début à 16,9 °/₀₀ aujourd'hui. L'auteur conclut en demandant la fixation à 22 ans de l'âge minimum pour le service dans les Colonies et l'hospitalisation des militaires dans les établissements civils. — MM. **Paul Richer** et **Albert Londe** décrivent, sous le nom d'érythème radiographique des mains, une affection cutanée spéciale, due à l'action longtemps prolongée des rayons X, et qu'il leur a été donné d'observer récemment chez deux sujets. — M. **Marécaux** adresse la description d'un procédé pour la destruction des criquets. — M. **Claude Gaillard** décrit un nouveau genre d'Insectivore trouvé dans le Miocène moyen de la Grive-Saint-Alban (Isère); c'est le *Plesiodimylus*, de la famille des Dimylidés.

Séance du 8 Juin 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Poincaré** applique la théorie des intégrales doubles à l'étude du développement de la fonction perturbatrice. — M. **Lœwy** communique les mesures micrométriques d'étoiles doubles faites à Saint-Pétersbourg et à Domkino par M. **S. de Glasenapp**. — M. **J. Boussinesq** donne les formules de première approximation dans la théorie générale des régimes graduellement variés dans l'écoulement tourbillonnant des liquides. Il montre, en particulier, qu'à égalité de vitesse moyenne, la vitesse au fond croît quand le mouvement s'accélère soit d'amont en aval, soit sur place. — M. **A. Pellet** communique quelques théorèmes sur les surfaces ayant même représentation sphérique. — M. **E. Goursat** montre que les équations aux dérivées partielles du second ordre dont les systèmes de caractéristiques sont confondus, signalées récemment par M. E. von Weber, sont identiques à des équations qu'il a étudiées dans ses *Leçons*. — M. **E. Cartan** communique de nouveaux théorèmes sur les systèmes réels de nombres complexes dont chaque nombre est l'ensemble de r nombres essentiellement réels. — M. **J. Andrade** adresse une note sur l'impossibilité mécanique de la Géométrie de Lobatchewsky.

2° Sciences physiques. — M. **H. Deslandres** a continué l'étude des rayons cathodiques simples, c'est-à-dire inégalement déviés par le passage au bord d'un corps conducteur. Ces rayons forment un véritable spectre, et ils correspondent à des oscillations électriques simples. — M. **Lecoq de Boisbaudran** compare les résultats qu'il a obtenus dans l'étude de différents spectres métalliques avec les résultats de MM. Eder et Valenta. — MM. **A. Gautier** et **H. Hélier** ont étudié l'action de la lumière sur les mélanges de chlore et d'hydrogène. La lumière blanche provoque la combinaison du mélange; la réaction n'est pas limitée par l'acide chlorhydrique qui se forme; la combinaison se rapproche lentement de la combinaison totale et finit par être complète; la formation de l'acide chlorhydrique diminue simplement la vitesse de la réaction. La présence d'un excès de chlore ou d'hydrogène ou d'un peu d'humidité active singulièrement la réaction. — M. **M. Berthelot** montre que, dans l'étude de la combinaison des gaz renfermés dans un récipient, il faut tenir compte de l'influence exercée par la paroi du vase; celle-ci est, en effet, capable d'agir soit sur les composants, soit sur le composé formé, et c'est de ces réactions que dépend souvent la limitation du phénomène. Ces réserves s'appliquent surtout à la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène gazeux. — M. **A. Gautier** a bien reconnu l'influence des parois, mais il pense qu'elle intervient, dans le cas précité, non pour limiter, mais pour régler la chaleur et la vitesse de combinaison. — M. **M. Berthelot** présente son ouvrage sur la « Thermochimie ». L'auteur a dressé un vaste recueil des mesures thermochimiques effectuées depuis dix-huit ans; il a rectifié la plupart des mesures et des calculs qui lui paraissaient entachés d'erreurs. Puis il a mis en évidence les lois et relations numériques qui ressortent de l'ensemble des résultats acquis. — MM. **Wyrouboff** et **A. Verneuil** ont déterminé le poids atomique du cérium très pur qu'ils ont obtenu par des méthodes déjà décrites. Ils ont pesé l'eau de cristallisation du sulfate, puis pesé l'oxyde Ce^3O^4 résultant de la calcination du sulfate. Les deux méthodes ont donné, comme poids atomique, le chiffre 92,7, qui doit être considéré comme très approximatif. — MM. **W. Louguinine** et **Iv. Kablukov** ont déterminé la chaleur dégagée par l'addition du brôme à quelques substances non saturées. Les chaleurs d'addition du brôme à l'alcool allylique et à ses dérivés sont très voisines entre elles; la substitution dans l'alcool allylique de l'hydrogène par le phényle diminue notablement la chaleur d'addition; il en est de même pour les groupes acétonique et aldéhydique. — M. **J. Moitessier** décrit les combinaisons de la phénylhydrazine avec les bromures métalliques. — MM. **Ph. Barbier** et **G. Leser** ont obtenu, par l'action de l'acide sulfurique dilué sur le citronellal, un menthoglycol, ainsi que de l'isopulégol et un autre produit non déterminé. Cette réaction les conduit à donner au citronellal la formule :

$$\begin{array}{c} CH^2 = C - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH - CH^2 - CHO \\ | \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad | \\ CH^3 \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad CH^3 \end{array}$$

M. **Balland** indique une méthode pratique pour déceler les impuretés de l'aluminium soit à 99 °/₀, soit allié à 2 ou 3 °/₀ de cuivre. — MM. **A. Hébert** et **G. Truffaut** ont étudié les causes de l'affaiblissement des Orchidées et particulièrement des *Cattleya labiata autumnalis*, qui dépérissent après avoir fleuri six ou sept ans. La dégénérescence de ces végétaux doit être attribuée à la production des fleurs qui enlèvent chaque année à la plante une partie de ses éléments minéraux. On peut y remédier par l'emploi d'un engrais renfermant de l'azote, de la potasse, de l'acide phosphorique, de la chaux et de la magnésie.

3° Sciences naturelles. — M. **Ad. Chatin** donne la description d'un nouveau Terfâs récolté à Morphon, dans l'île de Chypre. Il constitue une espèce nouvelle, que l'auteur propose d'appeler *Terfezia Aphroditis*. — M. **B. Renault** a constaté que les Algues houillifiées qui constituent les Bogheads renferment de grandes quantités de Microcoques, souvent difficiles à distinguer; ils sont tantôt dispersés sans ordre dans les thalles écrasés ou désorganisés, tantôt, au contraire, organisés suivant la direction des membranes moyennes. L'espèce la plus importante est le *Micrococcus petrolei*, mesurant 0,4 à 0,5 μ. — M. **J.-J. Andeer** poursuit ses recherches sur les ostioles; à l'état normal, ces corps sécrètent le liquide nécessaire pour humecter les surfaces des organes de la cavité péritonéale. L'ostiole peut aussi servir de porte d'entrée aux ennemis de l'organisme, particulièrement aux bactéries. La plèvre possède, comme le péritoine, un appareil ostiolique. — M. **Gustave Nepveu** a étudié les lésions infectieuses de la peste; elles sont à la fois leucogéniques, diapédétiques, pyogéniques, dégénératives, congestives, hémorragiques, œdémateuses et coagulantes. — M. **H. Grasset** adresse un mémoire intitulé : Etude théorique et pratique sur le poumon, ses fonctions et ses maladies. La tuberculose et sa guérison clinique.

Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 1er Juin 1897.

MM. **Pinard** et **Varnier** présentent un monstre symélien, ayant succombé peu d'instants après la naissance;

les membres inférieurs sont soudés et se terminent par deux avant-pieds libres. — M. **Laboulbène** fait remarquer que le *Gordius*, parasite signalé récemment par M. R. Blanchard, doit être rapporté au genre *Filaria tricuspidata* L. Dufour. — M. **Hervieux** présente un rapport sur les instituteurs ayant contribué le plus activement à la propagation de la vaccine. — M. **A. Robin** analyse les travaux des stagiaires aux eaux minérales en 1896. — M. **Porak** présente le rapport du concours pour le Prix Portal. — M. **P. Budin** communique une note du Dr **F. Berlioz** (de Grenoble) montrant les grands services rendus par l'emploi du lait stérilisé dans l'alimentation des enfants en bas âge, et la diminution considérable de mortalité infantile qui en est résulté. — M. le Dr **Andeer** lit une note sur un nouvel appareil anatomique observé dans le péritoine. — M. le Dr **Houzel** donne lecture d'un mémoire sur un cas d'exosplénopexie pour une énorme hypertrophie de la rate prise pour une tumeur solide de l'ovaire. — M. le Dr **A. Combe** lit un travail sur une nouvelle application de la radiographie aux os de la face.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 Mai 1897.

Dans une lettre, dont la réception avait été annoncée au commencement de la séance précédente, M. **Blondel** disait que la condition d'apériodicité critique qu'il a indiquée, devait nécessairement être appliquée à l'oscillographe de M. Abraham, faute de quoi les termes exponentiels produisent un déplacement du zéro. Ce déplacement ne semble pas pouvoir être évité. M. **Abraham** répond que les clichés obtenus par son oscillographe (ou *rhéographe*) prouvent expérimentalement que l'instrument donne de bonnes indications, même quand on enregistre une décharge isolée, et qu'il revient immédiatement et bien exactement au zéro dès que le courant est interrompu. Il n'est pas nécessaire de réaliser l'apériodicité critique, la période d'oscillation du galvanomètre est assez longue pour que la durée de la décharge à étudier soit négligeable. Enfin, si les équations qui donnent la déviation θ en fonction du courant galvanométrique, et le courant galvanométrique en fonction du courant principal I sont toutes deux à coefficients exactement constants, la solution $\theta = mI$ sera la solution rigoureuse, sans qu'il s'introduise aucun terme exponentiel. — M. **René Benoit** expose *quelques applications récentes des phénomènes d'interférence à des déterminations métrologiques.* La réalisation d'étalons exacts du centimètre et du millimètre présente une grande importance pour le métrologiste; ces étalons fournissent, en effet, le ton des micromètres, et par suite l'unité de toutes les mesures. L'ancienne méthode consistait à comparer successivement les divisions d'un mètre en décimètres, puis celle d'un décimètre étalon en centimètres, et enfin celles d'un centimètre en millimètres. Ces opérations duraient plusieurs mois, et il n'y avait guère d'autre moyen de se rendre compte de la précision obtenue que de recommencer sur une autre division et de comparer les résultats. Cette étude avait donné la valeur absolue de la distance entre deux traits successifs déterminés d'une règle de bronze avec bande d'argent incrusté et d'une règle de platine iridié. On en avait conclu la grandeur du « millimètre normal » et construit des étalons dérivés qui sont des centimètres divisés en millimètres sur nickel poli. Certaines expériences ont semblé montrer une différence entre le millimètre normal et les étalons dérivés; M. Benoît a refait l'étalonnage en utilisant la valeur du mètre en longueur d'onde qu'il a obtenue avec M. Michelson; la méthode ne diffère pas de celle qui a été suivie dans ce remarquable travail et a exposé ici même en détail (voir la *Revue*, t. IV, pp. 300 et 369). Le résultat est que la différence de 0, 1 μ observée entre les étalons est due à une légère altération de la division de la règle argentée, laquelle a été soumise aux traitements les plus variés et a dû subir un nettoyage. Une usure inégale des bords de l'un des traits qui encadrent le millimètre type suffit pour rendre compte de cette variation. — M. **Ginsberg**, ingénieur de la maison **Krauss** et Cie, expose *quelques perfectionnements dans les lunettes terrestres.* Discutant les qualités relatives de la lunette de Galilée et de la lunette astronomique de Képler, munie de l'oculaire terrestre, il montre que la première ne semble pas susceptible de perfectionnements réels. Quant à la seconde, on peut, en remplaçant l'oculaire par des appareils catoptriques, arriver à des résultats satisfaisants. L'appareil employé est le double prisme à réflexion totale de Porro; les deux prismes ont leurs faces hypothénuses parallèles et leurs arêtes perpendiculaires; la vision est directe, les réfractions se font sous une incidence presque nulle et les réflexions au voisinage de l'angle limite; l'image est redressée. En plaçant ces prismes à une distance convenable on peut augmenter la perception de profondeur; cette combinaison est réalisée dans la stéréo-jumelle et la stéréo-longue-vue Zeiss-Krauss. — M. **Foveau de Courmelles** a observé la *production simultanée de rayons X et de lumière stratifiée dans un nouvel appareil cathodique.* Pour obtenir deux centres d'émission simultanés de rayons X, l'auteur a fait construire par M. Seguy une double ampoule dont les deux parties, portant chacune une anode et une cathode, sont reliées directement à un même réservoir gazeux. Quand on fait passer le courant en tension dans les deux ampoules, on constate que l'une d'elles seule, celle qui est reliée au pôle de la bobine, donne des rayons X, l'autre présente seulement de belles stratifications. Si l'on augmente le degré de vide, on peut obtenir des rayons X des deux côtés, mais on en a toujours beaucoup plus à la première ampoule. On obtient des résultats parfaitement symétriques quand on utilise deux bobines de même puissance. Enfin, en montant les deux ampoules en quantité, on obtient dans l'une des rayons X d'une façon continue, dans l'autre de rares éclairs. Ces expériences s'expliquent en admettant que le passage du courant a pour résultat de chasser la matière gazeuse d'une ampoule à l'autre, de façon à créer entre les deux une inégalité de pression. M. **Villard** fait observer qu'il est impossible de conclure du seul aspect de la décharge à la valeur de la pression dans un tube; cette pression ne définit pas, à elle seule, la nature du phénomène; tel tube peut donner des rayons X ou les apparences de Geissler suivant le sens du courant. De l'explication proposée, il résulterait que, dans la dernière expérience décrite, il devrait y avoir passage alternatif de matière d'une ampoule à l'autre, sous l'action de la décharge qui rendrait successivement chacune d'elles moins résistante. Il est plus probable que le défaut d'identité des deux parties de l'appareil est la cause des différences observées. La production des rayons X dans une seule ampoule semble être la conséquence de la chute très rapide de potentiel qui se produit au voisinage de la cathode seule, et qu'on peut mettre en évidence en collant sur le verre deux bandes d'étain, l'une au niveau de la cathode, l'autre à quelques millimètres de distance; un flux continu d'étincelles jaillit entre ces deux armatures; rien de pareil ne se produit au voisinage de l'anode. Pour démontrer l'existence d'une différence de pression entre les deux ampoules, il faudrait les séparer pendant le fonctionnement de la bobine.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

John W. Pickering : Réactions chimiques et physiologiques de certaines substances synthétiques de nature protéique. — On sait que les protéides sont des substances colloïdes azotées qui se dédoublent, par les agents d'hydratation, en acides amidés, acide carbonique et ammoniaque. M. Grimaux, l'un des premiers, pensa que la molécule protéide était formée de ces trois constituants condensés avec perte d'eau, et tenta d'en faire la synthèse en se basant sur

cette hypothèse. Il obtint des corps (colloïde amidobenzoïque A et B, colloïde aspartique) qui présentaient des réactions chimiques et physiologiques tout à fait analogues à celles des protéides naturels.

M. Pickering a repris les expériences de M. Grimaux et a obtenu les résultats suivants :

Colloïde α. — Ce corps s'obtient en chauffant, en tube scellé, à 125° C, pendant six heures, des poids égaux d'acide méta-amidobenzoïque et de biuret, mélangés à trois fois leur poids d'anhydride phosphorique. Le produit de la réaction est une poudre friable gris-rosée, insoluble dans l'eau froide et presque insoluble dans l'eau bouillante; elle ne donne pas la réaction de Millon, ni les réactions des protéides avec les sels métalliques, mais elle donne la réaction de Fröhde et la réaction xantho-protéique. Cette poudre se dissout dans l'ammoniaque, et la solution, évaporée dans le vide à la température ordinaire, laisse déposer des feuillets jaunâtres, insipides et inodores. Ces feuillets sont peu solubles dans l'eau froide, mais presque complètement solubles dans l'eau chaude. La solution ne coagule pas par la chaleur, mais seulement quand on l'additionne d'une trace d'un sel minéral. Elle donne la plupart des réactions des substances protéiques. La solution est neutre et lévogyre (— 52°). La solution précipite par l'acétate de plomb; le précipité se redissout par le passage d'un courant de H^2S; au point de vue chimique la substance dissoute paraît être restée identique, mais son action physiologique s'est profondément modifiée. Si la solution originale est saturée par du sulfate de magnésium ou d'ammonium ou du chlorure de sodium, tout le colloïde monte à la surface et peut être séparé. Il se redissout dans l'eau distillée, formant une solution jaune pâle opalescente, présentant tous les caractères de la solution originale. Voici les résultats de l'injection intra-veineuse de la substance chez des chiens, des lapins et des chats; ces animaux étaient préalablement anesthésiés par un mélange de chloroforme et d'éther.

Expérience I. — Fox-terrier. L'injection de 25 c. c. d'une solution à 0,75 °/₀ produit la mort, après dilatation prononcée des pupilles et tremblement typique, gros caillots dans la veine jugulaire, la veine cave inférieure, la veine porte et petit caillot dans le ventricule gauche et l'artère pulmonaire.

Expérience II. — Chat noir; 40 c. c. de la même solution amenèrent la mort avec des symptômes similaires.

Expérience III. — Lapin noir; 38 c. c. produisirent le même effet.

Expérience IV. — Lapin albinos; 42 c. c. produisirent la mort avec les mêmes symptômes. Après la mort, le sang des vaisseaux était fluide, mais coagulait rapidement à sa sortie du corps. La coagulation du sang retiré de la veine jugulaire à différents moments durant le cours de l'injection du colloïde se fait d'autant plus vite qu'il y a plus de colloïde injecté. Les résultats obtenus par l'injection du colloïde α sont absolument semblables à ceux que donne l'injection d'un nucléo-protéide. L'effet produit par l'injection lente de petites quantités du colloïde sur la coagulation du sang est l'inverse de celui produit par les injections massives, comme le montre l'expérience V.

Expérience V. — Gros chien croisé noir. Ether et morphine; 1 c. c. d'une solution à 0,025 °/₀ est injectée lentement en une demi-heure; après cela, le retard à la coagulation du sang tiré de la carotide est de 8'30"; une deuxième injection de 1 c. c. ne produit plus qu'un retard de 2"; une troisième injection commence, au contraire, à l'accélérer, et l'accélération continue pour les injections suivantes jusqu'à la mort par coagulation intra-veineuse.

Le colloïde précipité par l'addition de sels minéraux, recueilli, puis redissous dans l'eau distillée, produit la coagulation intravasculaire, mais si l'on répète la précipitation et la dissolution, l'activité physiologique est détruite. Le colloïde précipité par l'acétate de plomb et redissous par un courant de H^2S ne produit plus la coagulation intraveineuse, bien qu'il semble être resté identique au point de vue chimique. Ceci nous prouve que les réactions chimiques employées jusqu'à ce jour pour reconnaître les protéides ne sont pas assez délicates pour indiquer les modifications chimiques qui correspondent aux modifications de réaction physiologique.

Expérience VI. — Lapin noir; 120 c. c. de solution redissoute provoquent la dyspnée et la dilatation des pupilles; 10 c. c. de plus amènent la mort. Il n'y a aucun caillot dans les vaisseaux de l'animal.

Expérience VII. — L'injection lente de petites quantités de colloïde n'amène aucun retard de coagulation.

Colloïde β. — Cette substance se produit en chauffant, pendant six heures, à 125-130°, en tubes scellés, des poids égaux de tyrosine et de biuret avec deux fois leur poids de pentachlorure de phosphore. Le produit de la réaction est une poudre grise, friable, insoluble dans l'eau froide, très peu soluble dans l'eau chaude. Cette substance donne la réaction de Fröhde et la réaction xantho-protéique, mais ne donne pas de précipités colorés avec les autres réactifs des protéides. Bien lavée, puis séchée à 30° dans le vide, elle se dissout dans l'ammoniaque concentrée en donnant une solution opalescente et lévogyre (— 48°). Cette solution donne des précipités colorés avec les sulfates métalliques, le réactif de Millon, l'acide molybdique, etc... La solution est précipitée par les sels neutres; le précipité se redissout dans l'eau distillée, en donnant une solution opalescente, non coagulable par la chaleur seule.

Expérience VIII. — Injecté en petite quantité à un chien croisé brun, le colloïde β produit un retard dans la coagulation du sang, retard qui augmente, passe par un maximum, et diminue jusqu'à devenir nul; de nouvelles injections accélèrent la coagulation, jusqu'à ce que la mort s'ensuive. L'autopsie a montré la présence de petits caillots dans la veine cave inférieure et dans la veine jugulaire, et de gros caillots dans la veine porte et le ventricule droit.

Colloïde γ. — Il se forme lorsqu'on chauffe ensemble pendant trois heures, en tubes scellés, à 130°, des poids égaux d'alloxane et d'acide métamidobenzoïque avec deux fois leur poids d'anhydride phosphorique. Le produit de la réaction est une poudre blanche, très peu soluble dans l'eau froide, peu soluble dans l'eau chaude. Lavée à l'eau glacée et dissoute dans l'ammoniaque concentrée, elle donne une solution opalescente laquelle, évaporée dans le vide à la température ordinaire, donne des feuillets jaunâtres, translucides. Ils sont solubles dans l'eau chaude; la solution est lévogyre ($\alpha_D = -41°$) et donne les réactions de Millon, de Fröhde et des colorations avec sulfates métalliques. Les sels neutres précipitent le colloïde qui surnage, et peut être redissous dans l'eau distillée. Le colloïde précipité par l'acétate de plomb se redissout lorqu'on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré. Il se coagule par la chaleur en présence d'une trace de sel neutre. L'injection, chez le lapin, du colloïde γ, même en grande quantité, ne produit pas la coagulation intravasculaire, mais précipite légèrement la coagulation du sang; chez le chien, il n'y a plus même de retard de coagulation.

Colloïde δ. — Il se forme en chauffant à 125°, dans des tubes scellés, pendant trois heures, des poids égaux de pentachlorure de phosphore et d'acide paramidobenzoïque. Le produit est une poudre grise, friable, insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'ammoniaque concentrée. La solution, évaporée dans le vide, donne des feuillets jaunes translucides. Ils sont solubles dans l'eau chaude, en donnant une solution opalescente, lévogyre ($\alpha_D = -42°$). Cette solution donne les réactions xanthoprotéique et de Fröhde, mais ne donne pas les colorations avec les sulfates métalliques, ni les réactions de Millon, Adamkievicz et Liebermann. Le colloïde est précipité par les sels neutres; il est coagulable par la chaleur en présence d'une trace de sel. Injecté aux lapins, il ne produit ni coagulation intravasculaire,

ni retard, ni précipitation dans la coagulation du sang tiré de la carotide.

Colloïde ε. — On le prépare en chauffant des poids égaux de tyrosine et de xanthine avec deux fois leur poids d'anhydride phosphorique, à 125°, pendant trois heures. Le produit est une poudre jaunâtre, peu soluble dans l'eau chaude, soluble dans l'ammoniaque concentrée; la solution, après évaporation dans le vide, laisse déposer des feuillets jaunâtres, lesquels sont solubles dans l'eau chaude, en donnant une liqueur opalescente, lévogyre ($\alpha_D = -38°$). La solution donne une coloration rouge avec le réactif de Millon, et un précipité avec l'acide salicylsulfonique, mais ne présente aucune des autres réactions typiques des protéides. Elle précipite par les sels neutres. Injectée au chien et au lapin, elle ne produit ni coagulation intravasculaire, ni retard de coagulation.

Colloïde ζ. — Il est préparé d'une façon analogue au colloïde ε, mais on remplace la xanthine par l'hypoxanthine. Il est semblable au colloïde ε, est lévogyre ($\alpha_D = -42°$), ne donne que la réaction de Millon, est précipité par les sels neutres. Chez le chien et le lapin, il ne produit pas la coagulation intravasculaire; il ne produit pas non plus la coagulation du plasma additionné de 1 °/o de carbonate de soude.

Colloïde η. — Il se forme en chauffant de la tyrosine et de l'anhydride phosphorique pendant trois heures, à 130°, en tubes scellés. Le produit de la réaction est une poudre gris-rosée, soluble dans l'eau bouillante. Elle ne donne pas la réaction de Millon. Cette poudre, lavée à l'eau froide, se dissout dans l'ammoniaque concentrée en donnant une solution opalescente; évaporée dans le vide, elle donne des feuillets solubles dans l'eau chaude. La solution est précipitée par l'acide salicylsulfonique; elle est précipitée par les sels neutres. Elle ne donne pas les réactions colorées des protéides et ne produit pas la coagulation intravasculaire.

Coagulation fractionnée des colloïdes de synthèse. — Cette méthode est due à Halliburton. L'auteur se sert d'un bain d'huile. Il prend, d'une part, une solution à 2 °/o du colloïde, d'autre part, une solution à 0,75 °/o de chlorure de sodium; 10 c. c. de la solution du colloïde étaient placés dans un tube d'essai, contenant un thermomètre, puis dilués avec la solution de chlorure de sodium et chauffés. Le colloïde A (colloïde amidobenzoïque de Grimaux) coagule entre 70 et 71° C. Le colloïde B (préparé comme le colloïde A, mais à une température plus élevée) présente quelques flocons à 56-58° C., et un coagulum plus prononcé à 70-72° C. Le colloïde C (colloïde aspartique de Grimaux) présente des coagulations distinctes à 58°, 67°, 73°,1 à 76°,4 C. Le colloïde α (s'il a été préparé à 125°) montre une seule coagulation à 70°,6; mais, si la température s'est élevée pendant sa préparation, il y a quelquefois une coagulation à 42°. Le colloïde β (préparé à 130°) renferme trois constituants coagulant à 47°, 56° et 74° C. Le colloïde γ a un seul coagulum à 75°. Le colloïde δ coagule à 76°. Le colloïde ε coagule à 47°. Le colloïde ζ coagule à 48° et 59°. Le colloïde η coagule à 52°.

Si l'on admet, avec Halliburton, que les précipités obtenus par la coagulation fractionnée d'une substance protéide correspondent à des constituants différents de la substance, les précipités obtenus avec les colloïdes de synthèse correspondent également à leurs divers constituants. Ainsi le colloïde B se compose de deux substances B_1 et B_2, le colloïde β de trois substances β_1, β_2, β_3, et le colloïde δ, de deux substances δ_1 et δ_2. L'auteur a déterminé pour ces corps à quel constituant était due l'action physiologique, en injectant d'abord la substance originale, puis la substance qui restait après la coagulation du premier constituant, puis après la coagulation du deuxième constituant. Il a trouvé ainsi que B^2 et β_2 et β_3 étaient les constituants actifs des colloïdes B et β.

Conclusions. — En résumé, les substances colloïdes obtenues, quoique différant les unes des autres par certains caractères, présentent toutes les propriétés suivantes : 1° Elles sont solubles dans l'eau chaude, en formant des solutions opalescentes lévogyres; 2° ces solutions montrent les principales réactions colorées des protéides; 3° elles ne coagulent pas par la chaleur en l'absence de sels, mais en présence d'une trace de sel neutre, elles coagulent comme les solutions des protéides; 4° la coagulation fractionnée montre que ces solutions sont un mélange de différentes substances; 5° ces différentes substances ont des actions physiologiques différentes; 6° introduites dans le sang des animaux, certaines de ces substances produisent la coagulation intra-vasculaire comme les nucléoprotéides. Elles accélèrent la coagulation du sang retiré de la carotide; injectées en petites quantités, elles retardent au contraire la coagulation, c'est-à-dire produisent une *phase négative;* 7° ces substances colloïdes sont, au point de vue de leurs propriétés physiques et chimiques et de leur action physiologique, les corps synthétiques qui se rapprochent aujourd'hui le plus des protéides.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 29 Avril 1897.

MM. H.-B. Dixon, F. R. S., et E.-J. Russel ont étudié la décomposition de l'oxyde de carbone au moyen de l'oxygène naissant. Pour produire ce dernier ils font détoner du peroxyde de chlore. Leurs expériences prouvent que l'oxygène naissant ne décompose pas complètement l'oxyde de carbone et que son action sur ce gaz n'est pas plus rapide que celle de l'oxygène ordinaire. — M. N.-A. Caldecott : Sur la décomposition des pyrites de fer. — M. H.-C. Myers : Étude de l'acide monochlordiparaconique et de quelques-uns de ses produits de condensation. — MM. James J. Dobbié et Fred Marsden, en faisant réagir l'acide azotique très dilué sur la corydaline, ont obtenu un nitrate difficilement soluble. Chauffé quelque temps, ce corps se transforme en nitrate de déhydrocorydaline différent de la corydaline par quatre atomes d'hydrogène. Si l'on continue à concentrer l'acide azotique et prolonge son action, on obtient un acide, appelé par les auteurs acide *corydique*, soluble dans l'eau chaude et l'alcool, insoluble dans l'éther. Bouilli avec une solution de $KMnO^4$ cet acide se décompose et fournit un mélange de quatre acides différents.

Séance du 6 Mai 1897.

M. A.-E. Mumby utilise pour le chauffage le gaz acétylène. Il se sert d'un brûleur analogue au bec Bunsen. D'après ses essais le pouvoir calorifique de ce gaz serait deux fois celui du gaz de la houille. — MM. H.-C. Jenkins et E.-A. Smith : Action du plomb sur les composés oxygénés du soufre. — MM. C.-T. Heycock et F.-H. Neville ont appliqué les rayons X à l'étude cristalline de différents alliages solides. Leurs recherches ont surtout porté sur des alliages de sodium et d'or, la différence de transparence de ces métaux étant très grande. Le sodium pur ne laisse voir aucune structure cristalline; mais un alliage contenant 3 °/o d'or montre une masse transparente de cristaux de sodium avec des espaces obscurs dans lesquels l'or s'est concentré pendant le phénomène de la solidification. Dans un alliage à 10 °/o d'or, les cristaux de sodium sont plus resserrés et les espaces obscurs plus grands. Une solution de sodium saturée d'or à une température beaucoup plus élevée que le point de fusion de ce dernier corps apparaît nettement noire et l'on peut voir quelques aiguilles opaques qui, sans aucun doute, sont des cristaux d'or qui se sont séparés et occupent toute la grandeur du liquide refroidi. Les auteurs continuent leurs travaux sur les alliages d'aluminium.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

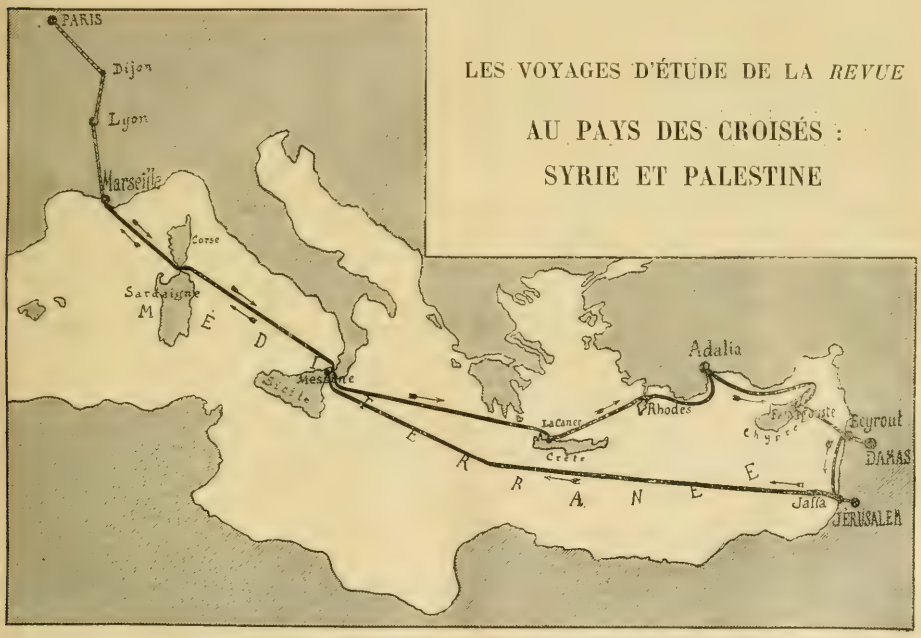


Fig. 1. — *Itinéraire du Voyage d'étude de la* Revue *au pays des Croisés.*

En même temps que le voyage dans la Baltique[1], la *Revue générale des Sciences* a entrepris d'organiser pour les grandes vacances un autre voyage dans une des régions de l'Orient les plus fertiles en grands souvenirs, et où se trouvent actuellement engagés d'importants intérêts français : elle a résolu de conduire en Syrie et en Palestine ceux de ses lecteurs qui désireront étudier le pays, tant au point de vue de son Histoire, de son

[1] Nous rappelons que la date de départ de ce voyage est fixée au 14 août à 9 h. 1/2 du soir. Nous croyons devoir ajouter aux détails que nous avons déjà donnés (voyez la *Revue* des 30 juin et 15 juillet) une bibliographie des ouvrages à lire; on la trouvera dans la Chronique de la présente livraison.

Archéologie et de son Ethnographie, que sous le rapport de ses ressources et de son état social actuel. La Compagnie des Messageries Maritimes ayant bien voulu nous donner son concours, nous sommes dès maintenant en mesure d'indiquer avec quelque détail l'itinéraire de la croisière projetée.

Le départ a été fixé au 13 septembre au soir de Marseille, d'où le paquebot fera route directement vers la Crète. Il fera sa première escale à La Canée, où il arrivera le 17, de très grand matin. Sa situation, les vestiges subsistants de l'ancienne domination vénitienne qui y a laissé sa forte marque, rendent ce port digne d'une visite, sans qu'il soit besoin de rappeler quels récents événements ont attiré sur lui l'attention de l'Europe.

Le lendemain, les touristes visiteront Rhodes, la forteresse encore debout où les chevaliers de Saint-Jean ont tenu bon pendant plus de deux siècles contre les attaques réitérées des Ottomans. Ils avaient transporté là, avec leurs habitudes, les arts et les procédés d'architecture de leurs pays d'Occident, et aujourd'hui encore leurs « prieurés » presque intacts offrent l'illusion et le contraste inaccoutumé d'un coin de cité de notre Moyen Age transporté en Orient. Mais, que de changements depuis ces jours lointains! Ouverte à la civilisation moderne, l'île présente actuellement l'intéressant spectacle d'une terre scientifiquement mise en valeur. Sa constitution orogénique et géologique, ses richesses minérales, ses belles cultures de vignes, d'orangers, de citronniers et d'oliviers, comme aussi sa population et les métiers qu'elle exerce, solliciteront à juste titre la curiosité de nos voyageurs.

Le 19 septembre le paquebot s'arrêtera sur la côte d'Asie-Mineure, à Adalia. A cette ville grecque, élevée par Attale Philadelphe, se rattache un souvenir français : en 1148, Louis VII se rendant à la croisade, y toucha avec sa flotte, avant de faire voile vers la Syrie.

A Famagouste, où aura lieu l'escale suivante, c'est le souvenir de Guy de Lusignan que l'on retrouve. C'est là qu'il reçut la couronne de Chypre et de Jérusalem. Plus tard les Vénitiens en firent une place forte de premier ordre qui ne tomba aux mains des Turcs, en 1571, qu'après un siège mémorable; les vainqueurs n'ont pas compris les avantages de ce port et ils ont laissé s'en aller lentement en ruines, sans y toucher, les édifices, les belles églises gothiques qu'y avaient élevés les Croisés et les Vénitiens leurs successeurs.

Le 21 septembre au matin, le bateau jettera l'ancre devant Beyrouth, l' « échelle » de Damas. Un chemin de fer conduit maintenant à l'oasis célèbre où s'élève l'antique résidence des Califes Ommiades, si souvent et en vain attaquée par les Croisés, avant d'être dévastée par les Mongols, par les Tartares et par Tamerlan. L'escale de Beyrouth prolongée pendant quatre jours permettra un séjour à Damas suffisant pour visiter la ville et ses bazars, pour jouir sans hâte des scènes si pittoresques de la vie orientale.

Toute cette région du Liban mérite au plus haut degré l'attention du savant et de l'économiste. Elle est d'une admirable fertilité et présente pour les industries de la soie un intérêt de premier ordre. Il importe que nos compatriotes connaissent bien ce pays d'avenir, aujourd'hui placé sous la dépendance de la Porte, mais qui — grâce à un régime spécial, sorte de compromis entre la civilisation turque et la civilisation du reste de l'Europe — offre des garanties à la population chrétienne et aux puissances d'Occident. Variées sont d'ailleurs les races qui l'habitent : à l'intérieur, dominent les Druses, musulmans schismatiques et d'un fanatisme outré; sur les côtes, les Maronites, au milieu desquels ont actuellement diverses colonies européennes : des Russes, des Anglais et surtout des Français. Cette population littorale a su tirer du sol des richesses qui seront une révélation pour nos voyageurs : abandonnant aux Druses la culture du blé, elle s'est adonnée à la culture de la vigne, à la culture maraîchère et fruitière, qu'elle a su rendre très rémunératrice, et surtout à la culture du mûrier; cet arbre fait aujourd'hui l'ornement de toutes les collines; en y poussant, il a développé sur le littoral la sériciculture et le travail de la soie.

Grâce à ces productions, la Syrie entretient aujourd'hui avec le bassin méditerranéen, en particulier avec la France, un commerce fort actif. Des caravanes venues de l'Arabie et de quelques autres régions de l'Asie, débouchent dans ces étonnantes cités du Liban oriental qu'on pourrait appeler ses « ports de terre »; elles y apportent de l'encens, des parfums et des étoffes, qui sont ensuite dirigés vers le littoral, puis exportés, avec des fruits et légumes de la côte, à destination de la Turquie. La Syrie reçoit, en retour, de ce pays et aussi de Marseille une grande quantité de graines de vers à soie. L'élevage des vers et l'achat des cocons attirent chaque année au Liban des représentants de beaucoup de fabricants français de soieries. Et même, des manufacturiers de Lyon et de la vallée du Rhône ont édifié, aux environs de Beyrout, des magnaneries et des filatures. Des fabriques diverses, l'usine à glace et l'usine à gaz de Beyrout ont été fondées et sont encore administrées par des Français; les grands travaux publics, le port de Beyrout, les chemins de fer de Beyrout à Damas, de Beyrout à Tripoli, etc., etc., ont été exécutés par des ingénieurs, anciens élèves de l'Ecole Centrale ou de l'École Polytechnique. Enfin, une grande Ecole française de Médecine, spécialement consacrée à l'étude des maladies des pays chauds, contribue puissamment à maintenir dans tout le Liban le bon renom de la science française.

Du 25 au 27, les touristes, débarqués à Jaffa, visiteront Jérusalem. Ce n'est point ici le lieu de rappeler quels souvenirs, quels monuments d'un passé si lointain et toujours si vivant peuvent attirer vers l'antique Sion. Ce sera le terme et comme la conclusion naturelle de ce voyage au pays des Croisés.

Cependant, au retour, pour rompre la monotonie d'une traversée directe de Jaffa à Marseille, le bateau s'arrêtera un jour à Messine. C'était une escale qui s'indiquait d'elle-même, puisque Philippe-Auguste et Richard Cœur de Lion y prirent leurs quartiers d'hiver en se rendant à la troisième croisade. Taormine est si proche qu'il serait à déplorer de ne pas aller visiter son théâtre ancien, si heureusement conservé et d'où se découvre, sur la Sicile et la mer, avec l'Etna tout voisin, une des vues les plus merveilleuses de la pittoresque Sicile.

Le retour aura lieu à Marseille le 3 octobre.

Un professeur de l'Université de Nancy, M. Ch. Diehl, ancien membre des Ecoles françaises de Rome et d'Athènes, s'est chargé de la direction scientifique de ce voyage. Par ses études toutes spéciales d'histoire et d'archéologie, par ses talents de conférencier, il était tout désigné pour cette mission. Il nous reste à le remercier d'avoir bien voulu l'accepter.

La Direction.

N. B. — Ce sera, comme nous l'avons dit, un paquebot des Messageries Maritimes qui fera ce voyage. Il n'y a à bord qu'une classe unique : la table et les salons des premières sont communs à tous les passagers. La seule distinction provient de la situation des cabines et du nombre des couchettes qu'elles contiennent. Prix des places : 650 fr. la place de cabine A, 575 fr. celle de cabine B, 500 fr. de cabine C, 450 fr. de cabine D. Nous informons nos lecteurs que par les soins de M. Amphoux, l'administrateur des *Voyages de la Revue*, et pour une somme prévue d'environ 200 francs, les débarquements, embarquements, excursions à Damas et Jérusalem (chemin de fer et hôtels) sont organisés d'avance, de façon à éviter aux voyageurs toute difficulté et perte de temps.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Physique

La transmission des signaux à travers l'espace par les radiations électriques. — On se sert depuis longtemps des radiations lumineuses pour transmettre les signaux à travers l'espace. Dès que les travaux de Hertz eurent montré que les ondes électriques et lumineuses ne sont que deux manifestations, différentes par leur modalité, d'une même propriété de l'éther, cette idée devait jaillir d'elle-même, de se servir des nouvelles radiations dans le même but. Des expériences furent d'abord tentées en petit dans les laboratoires, puis continuées sur une plus vaste échelle. C'est ainsi qu'en 1892, des messages furent transmis à

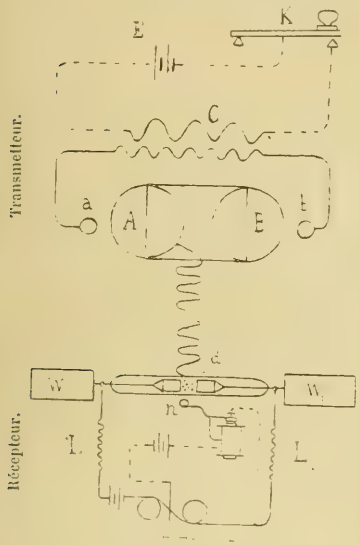


Fig. 1. — *Transmission des signaux à travers l'espace par les radiations électriques.* — A, B, grosses sphères du transmetteur; *a*, *b*, petites sphères; des étincelles éclatent entre *a* et A, *b* et B et donnent naissance aux ondulations électriques; C, bobine d'induction; E, batterie; K, commutateur de Morse; *d*, récepteur recevant les oscillations par l'intermédiaire des ailes W, W_1, et les communiquant à l'appareil enregistreur; *n*, marteau.

travers une partie du détroit de Bristol en utilisant les ondulations électromagnétiques. En 1895, le câble télégraphique qui relie Oban à l'île de Mull s'étant rompu et n'ayant pu être réparé immédiatement, des communications provisoires furent établies par le même moyen entre l'île et le continent.

Les appareils employés à cet effet furent d'abord plus ou moins rudimentaires; peu à peu, à mesure que l'étude des oscillations hertziennes avançait, on les perfectionna; aujourd'hui, l'appareil qui utilise le mieux les dernières indications de la science nous semble être celui que M. Marconi a fait connaître récemment et que nous allons décrire. Il se compose d'un transmetteur produisant les radiations et d'un récepteur qui les reçoit et communique l'impression reçue à un appareil enregistreur (fig. 1).

Transmetteur. — C'est un radiateur de Hertz sous une forme modifiée par le professeur Righi. Deux sphères pleines de cuivre jaune A et B (de 4 pouces de diamètre) sont fixées dans un boîte isolée à moitié pleine d'huile, de telle façon qu'un des hémisphères de chacune est immergé dans l'huile, l'autre étant libre. L'huile donne aux ondulations produites par les sphères une forme toujours constante, et elle tend à diminuer leur longueur d'onde. Deux petites sphères, *a* et *b*, sont placées près des grosses sphères et sont reliées chacune à une extrémité du circuit secondaire d'une bobine d'induction C, dont le circuit primaire est excité par une batterie E, mise en circuit ou séparée par le commutateur de Morse K. Quand on fait mouvoir le commutateur, des étincelles éclatent entre les boules, et des oscillations, se succédant avec une grande rapidité, se propagent dans la direction du récepteur; la fréquence de ces dernières est environ de 250 millions par seconde. La distance à laquelle elles se transmettent dépend de l'énergie de la décharge. Une bobine donnant des étincelles de 6 pouces transmettra ses oscillations jusqu'à trois ou quatre milles.

Récepteur. — Le récepteur de M. Marconi est formé d'un petit tube de verre *d* de 4 centimètres de longueur, renfermant deux pôles d'argent, séparés par un espace d'un demi-millimètre, dans lequel on a placé un mélange de limaille de nickel et d'argent avec une trace de mercure. Le tube est vidé jusqu'à une pression de 4 millimètres, et scellé. Il fait partie d'un circuit renfermant une pile et un relai télégraphique très sensible. A l'état normal, les particules de limaille sont pêle-mêle et forment un isolant; mais, dès qu'une onde électromagnétique les traverse, elles sont polarisées, deviennent conductrices et un courant passe. Pour remettre la limaille dans son état de désordre primitif, on fait agir le courant sur un petit marteau *n* qui frappe le tube; le même courant inscrit le signal reçu sur un papier qui se déroule. De chaque côté de l'appareil sont deux ailes WW, qui aident à recevoir les ondes.

Des signaux ont été parfaitement transmis par ce procédé entre les deux rives du golfe de Bristol à une distance de neuf milles.

La transmission des signaux n'est pas influencée par la présence de collines d'une faible hauteur entre les deux postes; il est probable que les ondulations, réfractées inégalement par les différentes couches d'air, passent au-dessus des collines pour redescendre de l'autre côté.

Les deux ailes placées aux côtés de l'appareil peuvent être déplacées et mises l'une en terre, l'autre en haut d'un mât ou sur un cerf-volant.

On peut transmettre en même temps plusieurs messages dans la même direction. Il faut seulement que les récepteurs et les transmetteurs soient accordés pour la même fréquence.

Le système a encore besoin de quelques perfectionnements avant d'entrer en grand dans la pratique, mais, dès maintenant, il peut rendre de grands services dans la communication avec les navires en mer, les îles et les phares.

Un nouveau voltmètre d'étalonnage. — Dans sa livraison du 15 juin dernier (page 446) la *Revue* a indiqué le principe d'un nouveau voltmètre d'étalonnage dû à M. Pérot. Dans la construction de cet appareil, M. Pérot a eu pour collaborateur M. Fabry. Les deux auteurs ont également présenté à la *Société française de Physique* un électromètre absolu basé sur un principe analogue. Nos lecteurs trouveront de plus amples renseignements aux comptes rendus des séances de la Société, dans la présente livraison (page 606).

§ 2. — Chimie

L'Enseignement pratique de la Chimie appliquée de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. — Depuis un an fonctionnent à la Sorbonne (annexe de la rue Michelet) des Laboratoires de Chimie, dans lesquels on donne un enseignement pratique complet de Chimie appliquée. Cette fondation ne fait pas double emploi avec les Laboratoires de la Faculté des Sciences, où se préparent les épreuves des grades universitaires et dans lesquels se poursuivent les recherches scientifiques, qui sont faites surtout en vue du doctorat ès sciences. Elle est destinée aux jeunes gens qui veulent obtenir rapidement des connaissances pratiques approfondies dans les diverses branches de la Chimie, soit qu'ils se vouent à l'industrie, soit qu'ils aient l'intention de se spécialiser de bonne heure dans des recherches purement scientifiques.

Cette création d'un Enseignement pratique est due à l'initiative de M. le Professeur Friedel, membre de l'Institut; elle a été énergiquement défendue au Parlement par MM. Scheurer-Kestner et Poirrier, sénateurs, et par M. Denys Cochin, député, et elle a reçu un accueil favorable de la part de MM. Dupuy, Bourgeois, Poincaré et Combes. Il ne pouvait en être autrement, car cette fondation vient prendre, dans l'Enseignement supérieur, la place de l'ancien Laboratoire de Frémy, et l'on est en droit d'attendre d'elles des services d'autant plus grands qu'elle comprend un personnel plus nombreux, des locaux plus vastes et un programme plus complet.

L'Enseignement pratique de Chimie appliquée comprend trois années d'études expérimentales, qui se poursuivent dans des Laboratoires spéciaux sous la direction générale de M. le Professeur Friedel, et avec le concours de chefs de travaux et de préparateurs.

La première année comprend : l'*Analyse minérale qualitative*, les *Éléments de l'Analyse quantitative* et la *Préparation des composés de la Chimie minérale*.

La deuxième année est consacrée à l'étude de l'*Analyse minérale quantitative* et de l'*Analyse organique* et aux *Préparations de Chimie organique*.

La troisième année, enfin, comprend : l'*Analyse qualitative et quantitative de la Chimie industrielle*, la *Recherche des falsifications des produits alimentaires*, les *Essais des métaux* et la *Préparation des produits chimiques* employés dans les grandes industries.

En plus de l'Enseignement pratique qui est donné dans les Laboratoires, les élèves sont autorisés à suivre des cours de MM. les Professeurs de la Faculté.

Les conférences faites par les chefs des travaux ont lieu dans l'amphithéâtre situé dans le bâtiment même où se trouvent les Laboratoires. Elles portent plus spécialement sur le champ des travaux pratiques de l'année.

A la fin de chaque année d'étude, les élèves qui ont suivi avec assiduité les travaux du Laboratoire reçoivent un certificat, qui constate leur compétence dans les matières qui leur ont été enseignées. Sur ce certificat est inscrite une mention, qui résulte des notes hebdomadaires obtenues par l'élève pour ses analyses et ses manipulations, et qui dépend aussi des notes qu'il a méritées aux examens oraux auxquels il est soumis à la fin de chaque trimestre.

Au bout de la troisième année, les élèves qui possèdent les certificats des deux premières années reçoivent un *Diplôme de Chimiste*, établissant qu'ils ont suivi l'enseignement pratique d'une manière complète et satisfaisante.

Enfin, chaque année, il est établi un concours entre les élèves les plus distingués. Le plus fort en préparation reçoit une médaille d'argent; le second reçoit une médaille de bronze. Les deux premiers en analyse obtiennent les mêmes récompenses.

Cette organisation a pour but d'exciter une émulation entre les jeunes chimistes et de leur donner, par les notes marquées sur les certificats, une preuve officielle de leur mérite.

Le nombre des élèves admis dans le Laboratoire de première année est de cinquante au plus. On n'exige aucun grade, et il n'y a pas non plus d'examen d'entrée; mais les candidats, français ou étrangers, doivent justifier d'une instruction secondaire suffisante; à défaut de cette garantie, ils ne sont admis que provisoirement, afin qu'il soit possible de juger si leurs connaissances générales leur permettent de suivre avec fruit l'enseignement qui leur est donné. Ils doivent avoir dix-huit ans révolus à la date de leur inscription.

On aurait pu craindre qu'un pareil mode de recrutement pût donner transitoirement quelques mauvais résultats. Il n'en a cependant rien été. Grâce aux renseignements recueillis sur les candidats, on a pu dresser une liste d'admission qui ne comprenait, à quelques exceptions près, que des jeunes gens studieux et suffisamment préparés pour suivre avec profit et avec goût l'Enseignement qui leur a été donné.

Plus de quatre-vingts candidats s'étaient fait inscrire dès la première année au Laboratoire de Chimie appliquée; il a donc été facile de faire un triage, puisque le nombre des places disponibles ne dépassait pas cinquante. Il est à prévoir que le nombre des demandes sera encore plus considérable pour l'année qui va commencer.

La provenance des étudiants qui se destinent au nouvel Enseignement est très variée, quoique le recrutement ait une tendance marquée à se faire parmi les fils d'industriels ou des directeurs de fabrication des Établissements d'industries chimiques. Dans la première promotion, on compte, en effet, une dizaine des premiers et quatre ou cinq des seconds. Les autres élèves sont des fils de fonctionnaires ou de commerçants qui n'exercent pas de profession se rattachant à la Chimie.

Il résulte de ce mode de recrutement qu'un certain nombre de jeunes gens trouveront immédiatement, en quittant le Laboratoire de Chimie appliquée, à se placer dans les Industries chimiques ou dans les usines dirigées ou exploitées par leurs parents. Quant aux autres, ils ne seront pas abandonnés non plus, grâce au Comité de Patronage qui s'est fondé et qui ne se bornera pas d'ailleurs à placer les élèves, mais qui servira aussi à conseiller les chefs de service dans le choix de leurs leçons. Ce Comité est composé de : MM. Darboux, doyen de la Faculté; Scheurer-Kestner et Poirrier, sénateurs et industriels; Denys-Cochin, député; Lauth, ancien directeur de la Manufacture de Sèvres; Lequin, directeur de Saint-Gobain; Adrian et Suilliot, anciens présidents de la Chambre syndicale des produits chimiques. Ce Comité de Patronage s'efforcera, dans les limites du possible, de donner aux élèves de l'Enseignement pratique le moyen d'utiliser avec profit l'outil qu'on leur aura mis en main bien affilé et bien trempé par les trois années qu'ils auront passées à la rue Michelet.

Ce n'est pas au bout d'une année qu'on peut porter un jugement définitif sur une nouvelle organisation de cette importance. Et cependant, l'impression que laisse une visite au Laboratoire de Chimie appliquée est si bonne que l'on est forcé d'avoir confiance dans l'avenir de cette nouvelle création. Grâce aux efforts continus et à la présence constante du Chef des travaux, qui est bien secondé en cela par ses préparateurs, grâce surtout à la paternelle sollicitude de celui qui les a créés, les Laboratoires possèdent les qualités essentielles d'ordre et d'activité sans lesquelles les établissements de cette sorte sont fatalement condamnés à l'impuissance. Les élèves apprennent avant tout à « respecter » les notions de rendement et de pureté des corps, on pourrait même dire de beauté, car la Collection des produits préparés par ces jeunes chimistes serait digne de figurer dans un Musée minéralogique à côté des plus beaux échantillons naturels. Et dans ce soin donné à la forme extérieure et à l'éclat, on trouve quelque chose de plus important encore que des résultats tangibles : on y trouve l'enseignement

constant que la conscience dans le travail est la base nécessaire de toute carrière, qu'elle soit industrielle ou purement scientifique. **P. Freundler.**
Docteur ès sciences.

§ 3. — Physiologie

Le minimum perceptible de l'audition. — En y regardant de près, on trouve, dans les belles expériences de lord Rayleigh sur la propagation des ondes sonores [1], un désaccord encore plus grand que celui auquel conduit la théorie élémentaire. Il ne faut pas oublier, en effet, que la loi de la décroissance de l'intensité sonore suivant le carré des distances n'est applicable qu'à un milieu indéfini. Or l'atmosphère terrestre qui remplit cette condition tant qu'il s'agit de distances de quelques kilomètres, devient, au contraire, pour la propagation à de très grandes distances, une lame mince dans laquelle les ondes doivent être considérées comme sensiblement cylindriques et la décroissance n'est plus alors proportionnelle qu'à la distance.

On a pu observer, à plus d'une reprise, des perturbations atmosphériques diminuant moins rapidement que ne l'eût indiqué la loi du carré des distances. Telle est, par exemple, une onde produite le 23 avril 1891 par l'explosion, survenue à Rome, d'une poudrière contenant près de 300 tonnes de poudre. On enregistra, dans ce dernier cas, une perturbation aérienne à plus de 250 kilomètres de la source, alors que l'onde terrestre, intense au départ, s'éteignit suivant une loi plus rapidement décroissante.

Les causes du désaccord entre le calcul élémentaire et l'observation sont multiples. Les courants, les réfractions, les réflexions sur des couches d'air de températures différentes expliquent une bonne partie de cette dégradation. Les belles expériences de M. Violle et Vautier ont montré aussi que l'énergie peut se conserver dans une perturbation sans qu'elle reste perceptible à l'oreille. Ainsi, un coup de pistolet tiré à l'entrée d'une conduite pouvait être perçu, après un parcours d'une cinquantaine de kilomètres, par une membrane ou par la joue de l'observateur, alors que l'oreille ne donnait pas le moindre signal. Les sons musicaux aussi se décomposent et, après un certain parcours, se transforment en bruits qui disparaissent à leur tour.

Il ne semble pas d'ailleurs que pour être perceptible à l'oreille, une perturbation aérienne doive nécessairement, comme on l'avait cru, être vibratoire, c'est-à-dire qu'elle doive se composer de plusieurs périodes complètes de même durée. Si l'on admet, en effet, l'explication donnée par M. Mach du claquement produit par le passage des projectiles à grande vitesse, claquement observé pour la première fois par MM. les capitaines (aujourd'hui commandants) Journée, de Labouret, et Souchiez, on sera conduit à admettre que le passage d'une onde isolée peut provoquer une sensation auditive à la condition qu'elle soit très mince. En se reportant aux figures accompagnant le magistral article de M. C.-V. Boys sur *Les projectiles pris au vol* [2], on verra qu'en effet, le passage d'un projectile à grande vitesse produit une onde dont l'épaisseur n'excède pas un millimètre et dont l'action sur le tympan ne dure, vraisemblablement, qu'une fraction de $\frac{1}{100.000}$ de seconde.

Ch.-Éd. Guillaume,

§ 4. — Géographie et Colonisation

Voyage en Russie et aux capitales de la Baltique. — Les Livres à lire. — Nous avions promis à nos lecteurs de leur indiquer, pour chacun des voyages organisés par la *Revue*, les principaux ouvrages à consulter, ceux qu'il est bon de lire avant le départ, pour se préparer à visiter avec plus de fruit les pays que l'on va parcourir, et qui, au retour, raviveront nos souvenirs et compléteront nos connaissances. Voici cette bibliographie sommaire pour le voyage en Russie et dans la Baltique. Nous remercions M. Léger, Professeur au Collège de France, d'avoir bien voulu nous donner à ce sujet, avec sa compétence toute spéciale, des indications précieuses.

Elisée Reclus : *Nouvelle Géographie Universelle*, t. III, l'Europe Centrale (Allemagne); t. V, L'Europe Scandinave et Russe. Paris, Hachette, 1878-1880.

A. Rambaud : *Histoire de Russie*. Paris, Hachette, 1878.

A. Leroy-Beaulieu : *L'Empire des Tsars et les Russes*. Paris, Hachette, 1881-1889, 3 vol.

Waliszewski : *Pierre le Grand*. Paris, Plon, 1897.

— *Le Roman d'une Impératrice* (Catherine II). Paris, Plon, 1893.

E.-M. de Vogüé : *Le Roman Russe*. Paris, Plon, 1886.

L. Léger : *La Littérature Russe*. Paris, Colin, 1892.

— *Etudes Slaves*. Paris, Leroux, 1880-1886, 3 vol.

— *Russes et Slaves*. Paris, Hachette, 1890, 2 vol.

— *Chronique Russe*, dite *de Nestor*. Paris, Leroux, 1884 (Texte important pour l'histoire des origines.)

Baedecker : *Guide de Russie* (Editions française et allemande).

Murray : *Guide de Russie* (En anglais).

Reiff : *Petit Manuel de la Langue Russe*. Paris, Maisonneuve, 1881.

— *Le Russe tel qu'on le parle*. Paris, librairie Truchy.

Geffroy : *Histoire des Etats Scandinaves*. Paris, Hachette, 1851.

Allen : *Histoire du Danemark*, traduite par E. Beauvois. Copenhague, Host et fils, 1879, 4 vol.

Paul Ginisty : *De Paris au Cap Nord*. Paris, Rouam, 1892.

J.-M. Crawford : *The Industries of Russia*. Vol. I et II : Manufactures and Trade. Vol. III : Agriculture and Forestry. Vol. IV : Mining and Metallurgy. Vol. V : Siberia and the great Siberian Railway. Saint-Pétersbourg, 1893.

K. Baedeker : *Norway, Sweden and Denmark*. Leipzig, 1892.

E. Cohrs : *Atlas öfver Sverige*, Stockholm, Nordin et Josephson.

A.-Th. Paban : *Grammaire suédoise*. Stockholm, Huldberg.

M. Verstraete : *La Russie industrielle*. Paris, Hachette, 1897.

§ 5. — Congrès

Congrès international de Géologie. — Le septième Congrès géologique international aura lieu cette année à Saint-Pétersbourg, du 28 août au 4 septembre, dans les salles de l'Académie impériale des Sciences. Il sera présidé par le Professeur Harpinsky.

Il y aura chaque jour deux séances : la première sera consacrée à la discussion des questions proposées par le Comité d'organisation; la seconde sera réservée aux communications des membres. Le Comité d'organisation a l'intention de remettre à l'étude le sujet de l'unification de la nomenclature géologique et pétrographique, dans l'espoir d'arriver à une réduction des termes actuellement employés et à empêcher l'introduction inutile de termes nouveaux.

A l'occasion du Congrès, de nombreuses excursions sont organisées : les unes auront lieu avant, les autres après. L'une aura pour but l'Oural, et durera du 28 juillet au 27 août. Une autre permettra de visiter l'Esthonie et l'île de Dago, et aura lieu du 13 au 27 août. Enfin M. W Ramsay dirigera un voyage à travers la Finlande du 21 au 27 août. La grande excursion générale aura lieu après le Congrès et se dirigera vers le Caucase à travers la Russie centrale et méridionale. On visitera Wladikawkaz, Tiflis, Bakou, Batoum, Kertch et Sébastopol.

[1] Voir la *Revue* du 15 juin 1897, p. 445.
[2] Voir la *Revue* du 15 octobre 1892, p. 661 à 670.

L'ÉTAT ACTUEL
DE L'INDUSTRIE DE LA PARFUMERIE EN FRANCE
PREMIÈRE PARTIE : EXTRACTION DES PRODUITS NATURELS

I. — Historique.

Le parfum existe de tout temps. Sans vouloir retracer son histoire, — ce qui ne serait ni dans le cadre, ni dans l'esprit de la *Revue*, — nous rappellerons seulement, pour expliquer l'origine de l'industrie de la Parfumerie en France, que les odeurs, importées d'Espagne et d'Italie, pénétrèrent dans notre pays sous forme de peaux odoriférantes destinées à faire des bourses, des pourpoints, des ceintures et principalement des gants.

C'est ainsi que le trafic des parfums se trouve à l'origine appartenir aux maîtres-gantiers, et non — comme on serait tenté de le croire, en voyant ce qui se passe de nos jours — aux barbiers-perruquiers ou barbiers-barbants.

Les maîtres-gantiers furent reconnus comme corps d'état par Philippe-Auguste, qui donna des statuts à leur corporation en l'année 1190 [1].

Louis XIV, le roy le plus doux fleurant, suivant l'expression de Barbe, auteur du *Parfumeur français*, autorisa l'enregistrement de leurs patentes, mais toujours « avec défense de débiter aucuns autres parfums que ceux qu'ils ont faits, de les vendre en dehors de leur échoppe, de les colporter ».

Dans ces conditions, il ne pouvait exister ni industrie, ni commerce important : à peine un simple négoce. Ces entraves étaient motivées par l'existence de colporteurs peu recommandables, presque toujours charlatans, quelquefois même disciples de René le Florentin, qui parcouraient Paris et les provinces, débitant force opiats, élixirs, orviétans, et particulièrement une eau pour le teint, résultat de la distillation dans l'huile de myrthe d'un corbeau pris au nid et nourri d'œufs durs pendant quarante jours.

Les parfumeurs en boutique, de mœurs plus honnêtes, se piquaient de science, se vantaient de traditions. Ils excellaient dans l'art d'ocaigner, c'est-à-dire de préparer les peaux pour les parfumer. Leur métier consistait, en outre, à fabriquer, suivant recettes venues de l'Orient, des mélanges de musc, d'ambre, de civette, d'aromates, pour garnir les barillets et les pomandres. Ils vendaient encore des eaux de senteur, des cosmétiques pour la barbe et le visage. A vrai dire, si quelques-unes de leurs préparations étaient puériles, d'autres ne manquaient pas de mérite.

En 1689, ils obtinrent le monopole de la poudre; en 1713 ils commencèrent, avec Bailly, à confectionner des savonnettes moulées, à l'imitation de celles de Bologne, parfumées au néroli de Rome, à l'odeur de Naples; leurs produits se développèrent et se perfectionnèrent. Mais, quelle que fût leur habileté, les manipulations auxquelles ils se livraient ne constituaient qu'une fabrication restreinte et *de détail*. Aussi demeurèrent-ils constamment réunis aux gantiers, qui furent eux-mêmes incorporés avec les boursiers et ceinturiers, lors de la réorganisation des communautés en 1776. A cette époque on compta 250 maistres.

Le commerce des parfums ne devait prendre son essor qu'après la Révolution. Une première transformation se manifeste, lorsque le siècle a une vingtaine d'années. Les facteurs en sont : d'une part, de nouvelles conditions économiques, qui permettent l'entrée en France de matières premières accaparées jusque-là par l'Angleterre, où la parfumerie florissait; d'autre part, les travaux scientifiques de Leblanc, de Chevreul sur la soude et la saponification; les progrès apportés aux appareils à distiller et aux méthodes d'enfleurage.

Alors on commence à fabriquer de l'Eau de Cologne française; D'Arcet fonde sa grande savonnerie (1807), Roelant produit à Paris des savons de toilette en pains et en poudre, faits avec la pâte dite de Windsor (1809). Decroix reçoit du Gouvernement un brevet d'importation pour la fabrication d'un savon « qui se faisait à Londres et multiplie les espèces dont on ne connaissait en Angleterre que trois sortes » (août 1821). La Parfumerie apparaît dans les expositions. M. Roelant a une médaille d'argent (1819). C'est une industrie dont Chaptal évaluait le chiffre d'affaires à treize millions déjà en 1812.

La grande transformation a lieu de 1830 à 1850, produite, on le devine aisément, par l'introduction des machines à vapeur.

Puis, de cette date à nos jours, l'outillage ne cesse de s'accroître, de s'améliorer : nous voyons

[1] Ils achetaient leur métier 39 deniers, nous rapporte Estienne Boileau. D'après un usage ancien, il était admis, que chaque maistre laissât sa boutique ouverte un dimanche sur six, chacun à tour de rôle; quatre maistres avaient ainsi le droit de vendre chaque dimanche (ce qui fait supposer qu'ils étaient 24 maistres). Ils ne pouvaient rien colporter. La vente ne devait se faire que chez eux et à leurs étaux des halles.

apparaître les mélangeurs à pommade, les agitateurs à extraits, les broyeuses, les déchiqueteuses, les boudineuses à savon, les peloteuses (1855), le séchoir automatique Alphonse Piver (1864). Robiquet (1835) pose le problème de l'extraction du parfum des fleurs par les dissolvants. On perfectionne enfin les méthodes d'enfleurage, les manipulations du laboratoire. L'outil s'introduit dans toutes les opérations. Le prix élevé des produits, leur volatilité excitent, on le comprend du reste, l'esprit ingénieux des inventeurs. La fabrication devient entièrement mécanique, continue et automatique. La chimie étudie les essences, décrit leurs propriétés, enseigne leurs caractères de pureté; elle rend utilisable pour la Parfumerie certains corps chimiques odorants (salicylate de méthyle, benzoate d'éthyle, aldéhyde anisique, nitrobenzine); elle fait les belles synthèses de la coumarine (1867), de la vanilline (1874) et donne naissance à toute une industrie nouvelle. Le marché français des matières premières prend une grande extension.

Certains produits, comme le musc, qui n'y arrivaient que par l'Angleterre, sont importés directement; des essences jusque-là inconnues, le ylang, le linaloe y parviennent. Le commerce grandit, les parfumeurs cessent d'être des artisans travaillant uniquement suivant les besoins de leur vente de détail : ils deviennent réellement fabricants de parfumeries; ils exportent.

Tandis que, dans les premières années du siècle, on comptait difficilement à Paris, Grasse, Montpellier et Marseille, une vingtaine de fabricants, l'enquête de 1848, seulement à Paris, en révèle 110, employant 721 ouvriers, et faisant un chiffre d'affaires de 9.741.853 francs. L'enquête de 1860 donne : 204 patrons, 1.483 ouvriers; importance des affaires : 22.543.800 francs. A Grasse, à la même époque, les parfumeurs comptaient 1.248 ouvriers et produisaient pour 5.429.100 francs d'essences ou de corps enfleurés. L'exportation, qui naissait en 1815, passait de 7 millions en 1848, à 14 en 1860.

Fig. 1. — *Cueillette des fleurs de rose, aux environs de Grasse, dans les champs de M. Bruno-Court.* (Photographie de M. Budin.)

De nos jours, on évalue le nombre des fabricants à plus de 300; on estime qu'ils emploient plus de 6.000 ouvriers, qu'ils atteignent un chiffre d'affaires d'environ 75 millions.

Voici donc la Parfumerie grande industrie. Elle l'est, en effet, et par son outillage perfectionné, et par son personnel nombreux, et par les connaissances scientifiques qu'elle utilise, et par l'importance de ses transactions en France et sur les marchés étrangers, enfin par sa qualité, particulièrement intéressante, et rare aujourd'hui, d'être essentiellement française et de jouir d'une supériorité incontestée dans les cinq parties du monde.

L'industrie de la Parfumerie renferme deux fabrications bien distinctes :

L'industrie des *matières premières naturelles* comprend le négoce des substances aromatiques, l'extraction du parfum des fleurs et des plantes et sa translation dans des véhicules appropriés; en un mot, la création de corps parfumés simples, concentrés, revêtant une forme utilisable pour le parfumeur et par lui seul.

A cette branche est venue s'ajouter récemment la préparation synthétique de produits chimiques aromatiques, dits *parfums artificiels*.

La *Parfumerie proprement dite*, diluant, dissolvant les matières premières d'extraction ou de synthèse, les marie et les transforme en produits agréables et livrables au consommateur ; telle est la fabrication des extraits, savons, teintures, poudres, etc., en un mot, de toute la Cosmétique.

Bien que les principales maisons de Parfumerie tiennent à traiter elles-mêmes les fleurs de Provence et à distiller quelques bois ou plantes, ces industries sont, en fait, entièrement séparées. La répartition des substances aromatiques dans le monde entier, la difficulté d'avoir des agents spéciaux sur tous les marchés pour des achats qui, individuellement, seraient peu importants, justifient pleinement cette division. Nous nous y conformerons dans l'exposé qui va suivre; en conséquence, nous traiterons d'abord de l'extraction des produits naturels.

II. — Lieux d'origine.

Nous ne nous attarderons pas à tracer la carte géographique des odeurs; il nous suffira de rappeler que chacune des matières premières vient d'un pays spécial et ne vient généralement que de celui-là.

Fig. 2. — *Cueillette des fleurs de tubéreuse, aux environs de Grasse, dans les champs de M. Bruno-Court.* (Photographie de M. Budin.)

Les Alpes-Maritimes produisent la plupart des fleurs usuelles : la violette, la rose, la fleur d'oranger, la cassie, le jasmin, la jonquille, la tubéreuse. Grasse est un centre unique dans le monde entier et qui rend les autres pays tributaires de la France pour une grosse partie des matières premières.

Depuis plusieurs siècles, cette ville, favorisée par son climat exceptionnel, a le privilège des produits enfleurés. Elle abrite une industrie agricole très intéressante, très pittoresque et très importante par le nombre d'ouvriers qu'elle emploie lors des floraisons, pour la cueillette et le triage des fleurs (fig. 1, 2, 3 et 4). L'iris se trouve à Florence,

la rose en Bulgarie, le musc en Chine, la vanille au Mexique, la bergamotte, le citron dans le sud de l'Italie. Chacune de ces substances a son marché local : Florence, Kezanlik, Hanoï, Messine. Puis, après être passée par l'intermédiaire de négociants ou courtiers indigènes, elle arrive sur les deux grands marchés : Paris et Londres. Elle y arrive, ou bien sous la forme que la nature lui a donnée, après les modifications que sa conservation impose, desséchée, échaudée ou blanchie, — l'acheteur la transforme alors lui-même en essence ou teinture, — ou bien, si, plus délicate, elle ne peut supporter un transport trop difficile, sous forme d'essence, résultat d'une manipulation indigène.

Fig. 3. — *Cueillette des fleurs de violette, aux environs de Grasse, dans les champs de M. Bruno-Court.* (Photographie de M. Budin.)

L'art d'extraire les parfums est chose la plus complexe qu'il soit.

Pour les plantes, l'odeur est tantôt dans la racine, tantôt dans la tige, souvent dans les fleurs ou dans

les feuilles, quelquefois un peu partout, et, suivant la partie qu'on traite, suivant le mode opératoire qu'on emploie, non seulement la forme du parfum obtenu change, mais le parfum lui-même est différent.

Pour les fleurs, dont l'huile essentielle se trouve généralement localisée dans les cellules épidermiques de la face supérieure des pétales ou des sépales, le problème est encore plus délicat. La récolte demande des soins tout spéciaux. Il faut choisir une heure de la journée appropriée, un certain degré d'épanouissement, tenir compte de l'humidité de l'atmosphère, de son ensoleillement. La fleur cueillie dans les conditions favorables, apprises par l'expérience, la tâche est encore ardue : il suffit, pour le comprendre, de songer à la délicatesse du parfum, à sa fragilité, à la quantité de fleurs qu'il faut traiter, et à la rapidité de la floraison.

Avant de discuter les divers résultats obtenus, et d'examiner où en est le problème de l'extraction des parfums, nous allons montrer les différentes méthodes en usage ou tout au moins, renvoyant pour les détails aux manuels du parfumeur, en indiquer l'origine, l'esprit et le perfectionnement.

Fig. 4. — Triage des fleurs avant la distillation à l'usine de M. Bruno-Court. (Photographie de M. Budin.)

III. — Pulvérisation, Infusion et Expression.

Avant toute opération, il importe que les substances aromatiques soient dans un état extrême de division, et, par conséquent, concassées, pilées, déchiquetées, écrasées ou pulvérisées.

On emploie pour cela des instruments spéciaux, parmi lesquels nous citerons : le *concasseur*, la *pilerie* à deux trépans accouplés, le *déchiqueteur*, les *meules*, les *varlopeuses*, les *coupe-racines*, etc., machines classiques connues, et plus particulièrement, pour réduire en poudre impalpable, le *pulvérisateur avec détendeur* (fig. 5).

Le premier procédé d'extraction consiste à faire des teintures.

Dans des infusoirs, hermétiquement clos et terminés, à leur partie inférieure, par un filtre, on laisse macérer avec de l'alcool les corps odorants, tels que l'iris, le musc, la civette, le benjoin, les graines d'ambrette, les fèves Tonka, etc. On peut diminuer la durée de ces opérations en infusant sous pression.

Un autre mode opératoire, encore très simple,

mais d'un emploi restreint, puisqu'il ne s'applique guère qu'aux essences contenues dans le zeste de l'orange, du citron et de la bergamotte, est l'*expression*. Il suffit, en effet, de presser entre les doigts l'écorce d'un de ces fruits, pour en voir sortir des gouttes d'huile essentielle.

Si l'essence est très abondante, on use du procédé dit *à l'éponge*, ainsi nommé parce qu'on recueille l'huile essentielle sur une éponge, tandis qu'on exerce sur le fruit une simple pression de la main (fig. 6). Dans le cas contraire, on a recours au procédé dit *à l'écuelle*. L'écuelle est un vase plat, en fer-blanc, sur le fond duquel émergent un certain nombre de pointes de laiton rangées sur des lignes concentriques. L'ouvrier râpe le zeste du fruit sur ces pointes; quelquefois, le vase, plus profond, est armé, à l'intérieur,

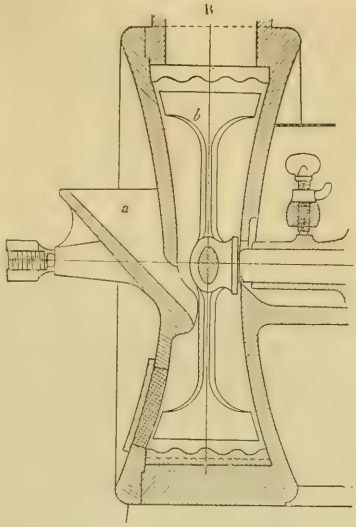


Fig. 5. — *Pulvérisateur avec détendeur de MM. Beyer frères.* — Un croisillon *b* tournant à grande vitesse projette la matière introduite par la trémie *a*, contre la paroi du cylindre garnie d'un anneau cannelé en acier. Les produits pulvérisés, entraînés avec l'air dans un tube ascensionnel B, arrivent dans le détendeur garni d'une toile très fine; l'impalpable passe d'un côté, le résidu de l'autre.

de côtes aiguës; on y place les fruits et on ferme par un couvercle armé également d'arêtes, auquel on imprime un mouvement giratoire. L'écorce des fruits est déchirée.

On se sert, enfin, soit pour retirer les dernières traces d'essence d'écorces déjà traitées à l'écuelle, soit pour des matières neuves, de presses à vis, voire même de presses hydrauliques. Les substances parfumées sont mises dans des sacs de chanvre ou de crin; ceux-ci sont pris entre deux plaques ou placés dans des seaux perforés.

IV. — Distillation.

La distillation s'applique aux matières susceptibles de fournir une essence qu'une température élevée et la présence de la vapeur d'eau ne détériorent pas. On traite ainsi des bois odorants :

Fig. 6. — *Fabrication de l'essence de bergamotte, en Calabre, à l'usine de M. Genovese Laboccetta (F.).* (Photographie de M. F. Sergi.) — Les deux appareils latéraux sont des presses à bras qui déchirent les écorces. Au premier plan, vers la gauche, deux ouvriers appliquent le procédé à l'éponge. Au milieu, des ouvriers pressent à la main des sacs contenant les zestes déjà soumis à une première pression.

cèdre et santal; des feuilles et des plantes : patchouli, lavande, thym, romarin, etc.; et quelques fleurs : rose, oranger, ylang.

En théorie, le procédé consiste à placer la substance aromatique dans un alambic avec de l'eau et à soumettre ce mélange à une distillation ménagée. En pratique, il existe pour chaque plante une série de tours de main que l'expérience seule apprend.

Certaines essences (amandes amères, lauriers) ont besoin, pour se former, de la présence de l'eau. D'autres corps craignent ce contact et demandent à subir l'action seule de la vapeur. Il en est encore qui, dénaturées par l'eau, exigent un autre véhicule. Ce sont là détails qui nous entraîneraient trop loin. Il y aurait également banalité à rappeler que, si les matières odorantes sont chauffées trop rapidement, le parfum prend une odeur d'alambic; que, si elles sont en contact avec les parois chaudes, elles brûlent, subissent une distillation sèche et perdent leur arome, etc.

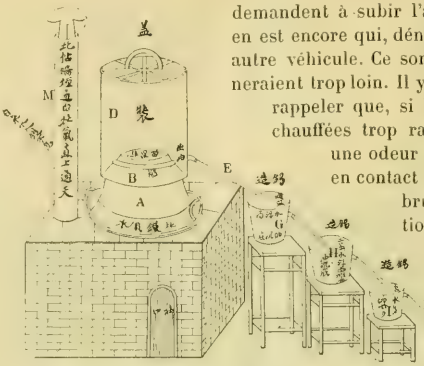


Fig. 7. — *Appareil chinois pour la distillation des essences.* — Dans un fourneau en brique, on maçonne une bassine en fer A, sur laquelle repose un cylindre en bois garni de fer-blanc D; sur le bord supérieur de A est adapté un grand couvercle B jouant le rôle de chapiteau : le couvercle est muni à son bord inférieur d'une rigole extérieure, qui reçoit l'eau de réfrigération. E à K, tuyaux, et G, H, I, récipients recevant l'essence. M, cheminée.

D'une façon générale, on peut dire qu'il est nécessaire de distiller à la température la plus basse possible, de commencer la distillation très doucement, de la pousser seulement à la fin, d'évacuer rapide-

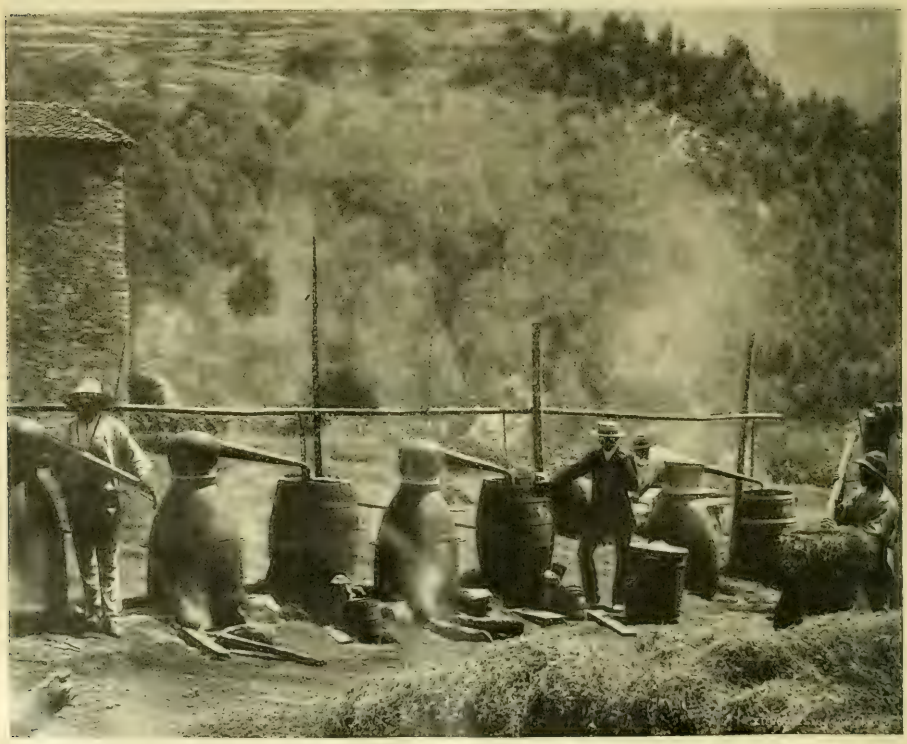


Fig. 8. — *Distillation de la lavande dans les Alpes sur les lieux mêmes de production.* (Photographie de M. Budin.) — Les fleurs sont placées avec de l'eau dans de grands récipients chauffés sur un feu de bois. L'essence sort par un serpentin placé dans une cuve de bois remplie d'eau.

ment les vapeurs de la cucurbite et de les condenser le plus rapidement possible à l'aide d'une réfrigération énergique.

Les appareils à distiller pour la parfumerie revêtent les formes les plus variées.

Ils sont des plus primitifs, dans certains pays, comme en Bulgarie pour la rose, en Chine pour la badiane et la cannelle (fig. 7), au Japon pour la menthe.

Très primitif aussi, surtout par sa forme, l'alambic dont on se sert encore en France dans les pays de montagne, où l'on distille, sur les lieux mêmes de production, le thym, l'aspic, la lavande et le romarin (fig. 8).

Dans les distilleries de village, l'alambic est élémentaire, à feu nu, et reçoit les plantes par le tympan de chargement ; celles-ci s'amassent sur une grille qui les sépare du fond ; les vapeurs s'élèvent de la cucurbite par le col de cygne et vont se condenser dans un serpentin ordinaire.

Les appareils employés dans les grandes usines de parfumerie sont, au contraire, très perfectionnés (fig. 9 et 11). Les problèmes délicats que soulève la fabrication des essences en général, et les difficultés spéciales à chaque cas particulier ont été l'objet d'études approfondies de la part de plusieurs inventeurs. Il en est résulté pour les alambics une série de modèles. Nous ne pouvons les reproduire tous, nous montrerons seulement les perfectionnements qui leur sont communs, après avoir indiqué à quels défauts ils apportent un remède.

Les problèmes à résoudre étaient les suivants :

1° *Éviter les coups de feu, le contact des substances avec les parois, et avec l'eau de la cucurbite dans certains cas.*

Pour cela, l'appareil est muni d'un bain-marie. On emploie de préférence un bain-marie dont la partie inférieure est percée de trous. Il ne plonge pas dans l'eau ; les matières qu'il contient sont soumises seulement à l'action de la vapeur émise par l'eau en ébullition[1].

Le *vase extractif*, imaginé par M. Egrot, est placé au-dessous de la *colonne* pour recueillir et expulser les matières visqueuses des fleurs, qui retomberaient dans la cucurbite, entraînées par les petites eaux.

Fig. 9. — Salle de distillation de l'essence de rose à l'usine de MM. Schimmel et Cie, à Miltitz.

[1] Dans ce même esprit on ajoute quelquefois à l'alambic le système Soubeyran, ou bien l'on place sur la cucurbite la *colonne à fleurs*, cylindre fermé par un diaphragme percé de trous, et renfermant plusieurs autres diaphragmes mobiles superposés pour supporter les fleurs au-dessus des vapeurs qui s'élèvent.

2° *Empêcher l'agglomération des matières traitées; prévenir l'obstruction.*

Les plantes sont renfermées dans un panier métallique M, sur une série de plaques perforées (fig. 10). Un couvercle également perforé empêche, pendant la distillation, les substances d'être projetées dans le chapiteau par la violence de l'ébullition, et permet, à la fin de l'opération, de séparer facilement les parties solides des parties liquides.

3° *Pouvoir faire retourner automatiquement les petites eaux dans l'alambic.*

Il suffit d'élever le réfrigérant suffisamment pour que le retour puisse se réaliser par un siphon L (fig. 10).

4° *Rendre la manœuvre de l'appareil très simple, le fonctionnement très sûr.*

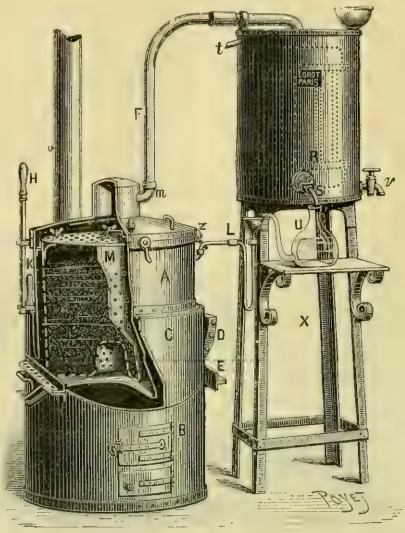


Fig. 10. — *Alambic à essences à bascule avec panier* (système Egrot). — ACB, alambic; M, panier; H, commande de renversement du panier; F, tube réunissant l'alambic au serpentin; R, réfrigérant; U, récipient de l'essence; L, siphon de retour des petites eaux.

Pour faciliter la vidange, la chaudière se renverse en avant par un système de bascule. Cette bascule est remplacée dans les groupes d'alambics à grand travail par le *basculeur automatique* (fig. 12).

Il importe d'avoir des joints commodes, rapides, faciles à nettoyer et très étanches. M. Egrot a fait breveter un *joint à verrous* très pratique, dont le serrage s'effectue en un quart de tour[1].

La réunion du col de cygne à la chaudière se fait au moyen d'un *joint spé-*

[1] Un certain nombre de ces verroux sont disposés sur l'un des cercles à réunir, l'autre cercle portant un ergot en acier en face de chaque verrou. Lorsqu'on fait tourner le verrou autour de son axe, l'ergot, fixé sur l'autre cercle, s'engage dans

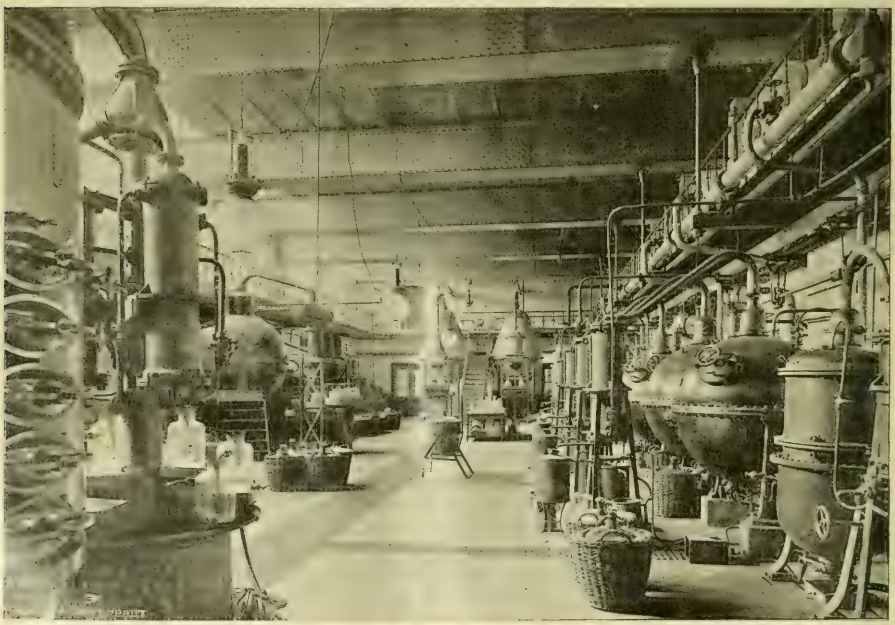


Fig. 11. *Vue d'une des salles de distillation à l'usine de MM. Schimmel et Cie, à Leipzig.*

cial, composé de deux parties, qu'il suffit de poser l'une dans l'autre pour obtenir instantanément une fermeture hermétique.

Nous signalerons encore un *tampon perfectionné* pour remplacer le trou d'homme et *la boîte à vis*, adaptée à la cucurbite, qui forme soupape de sûreté.

5° *Distiller à la vapeur.*

La distillation à la vapeur est plus rapide. Les vapeurs d'essence restent moins longtemps en contact avec les vapeurs d'eau : les parfums sont plus fins.

Les alambics ne diffèrent des alambics à feu nu que par les dispositions adoptées en vue du chauffage. La vapeur peut être injectée dans une enveloppe entourant la cucurbite ou bien sous le fond perforé qui supporte les plantes [1].

6° *Distiller dans le vide.*

On en voit de suite les avantages : suppression de l'action oxydante de l'air, abaissement du point d'ébullition ; avantages précieux que la Parfumerie n'a pas encore suffisamment utilisés. Par la distillation dans le vide, on recueille des essences plus fines et on peut obtenir certains parfums que la distillation ordinaire était impuissante à conquérir.

L'alambic ne différera des autres que par l'adjonction d'une pompe à air, et la nécessité de fermer hermétiquement. Dans l'appareil de M. Brehier, on utilise la forme surbaissée de la coupole pour condenser immédiatement les vapeurs. La distillation peut s'effectuer alors à une température plus basse que dans les appareils où l'on est obligé de chauffer pour lutter contre le refroidissement produit par l'air ambiant sur la surface du chapiteau (fig. 13).

Fig. 12. — *Groupe d'alambics à grand travail avec basculeur automatique, à l'usine L.-T. Piver.* — A droite et à gauche, on voit les deux alambics avec leur chapiteau et leur col. Un ouvrier est en train de faire basculer l'alambic de droite pour le vider. Au milieu se trouve le réfrigérant; l'essence est recueillie successivement dans les vases placés devant. Le *basculeur automatique* se compose d'un cylindre moteur contenant un piston, sur les faces duquel agit l'eau amenée par un tuyau; suivant le sens de la clé, l'eau agit en dessus ou en dessous du piston, l'alambic se penche ou se relève.

[1] Pour certaines plantes, le barboteur est formé d'une couronne portant une série de branchements verticaux. La vapeur se trouve ainsi distribuée uniformément dans toute la masse et provoque une agitation qui empêche les plantes de s'agglomérer.

une rainure excentrée que porte intérieurement le verrou et se trouve entraîné graduellement par le mouvement de rotation du verrou jusqu'au serrage complet du caoutchouc placé entre les deux cercles.

MM. Egrot et Grangé viennent de construire un appareil très étudié, par lequel on peut réduire à quelques degrés la différence de température entre la paroi chauffée et la matière traitée. Un régulateur automatique de température maintient fixe, sans aucune surveillance, la température du double fond.

7° *Pouvoir faire des distillations méthodiques, et séparer les différents produits de la distillation.*

Ce fractionnement est indispensable pour certaines essences, comme le ylang, qui diffèrent de qualité suivant qu'elles proviennent du commencement ou de la fin de la distillation. L'appareil de la figure 15 permet de les séparer et de les recueillir dans des essenciers différents.

8° *Trouver un réfrigérant qui ne s'obstrue pas et qui puisse se nettoyer aisément.*

Il importe, en effet, comme il doit servir pour des essences différentes, qu'il ne conserve aucun souvenir des distillations passées.

Divers systèmes démontables sont en usage :

a. Des tubes coniques en hélice reliant deux lentilles;

b. Des lentilles superposées (fig. 14) démontables séparément. (Cet appareil a l'avantage, par sa forme et la combinaison de ses diverses parties, de pouvoir être moulé en toute espèce de matière : porcelaine, verre, grès, fonte émaillée);

c. Deux feuilles de cuivre étamées parées l'une de l'autre de 20 millimètres ou juxtaposées, et simulant par un renflement le serpentin ordinaire (fig. 16).

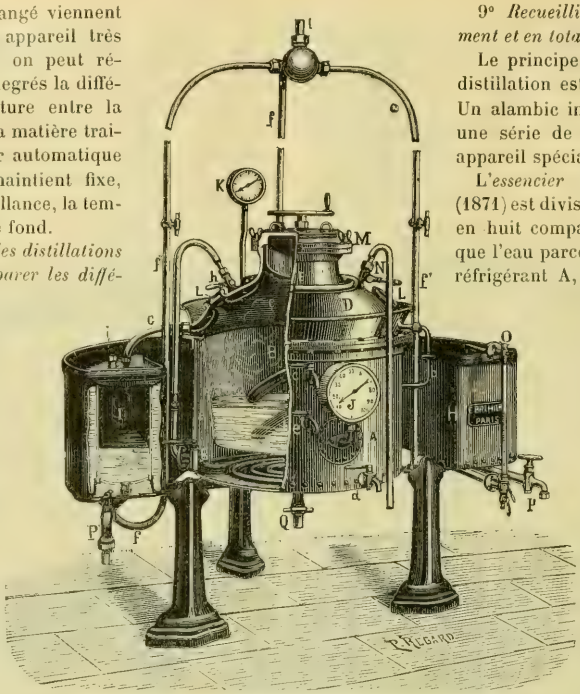


Fig. 13. — *Appareil à distiller dans le vide* (système E. Bréhier et Cie). — A, chaudière à eau, formant bain-marie et chauffant par serpentin de circulation de vapeur; B, chaudière contenant le produit à distiller; C, condenseur intérieur recueillant les vapeurs formées; D, dôme de l'appareil avec circulation d'eau froide pour la condensation; H, réfrigérant contenant le récipient des vapeurs condensées; I, récipient refroidisseur des vapeurs condensées; *i*, raccord du tuyau d'aspiration de la pompe.

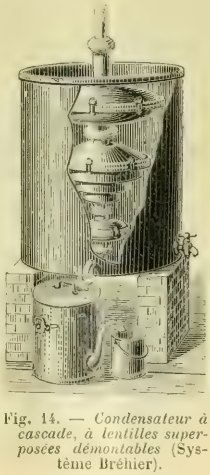


Fig. 14. — *Condensateur à cascade, à lentilles superposées démontables* (Système Bréhier).

9° *Recueillir l'essence rapidement et en totalité.*

Le principe des récipients de distillation est le vase florentin. Un alambic important demande une série de ces vases, ou un appareil spécial qui les réunit.

L'*essencier* d'Alphonse Piver (1871) est divisé, dans sa hauteur, en huit compartiments (fig. 17), que l'eau parcourt en sortant du réfrigérant A, tandis que l'huile essentielle remonte à la surface et s'écoule par un trop-plein en E. Il agit donc comme huit vases florentins[1].

Malgré les qualités de ces appareils, on n'a pu, à Grasse, traiter d'une façon utile, comme fleurs, que la rose et la fleur d'oranger.

Les autres fleurs telles que violette, jasmin, cassie, tubéreuse, etc., ne supportent pas la distillation. Pour obtenir leur parfum, on a recours à la propriété que possèdent les corps gras d'absorber les odeurs par simple contact avec les produits odorants. Quand on opère à chaud, ce procédé prend le nom de *macération;* quand on traite les fleurs à froid, ce qu'on est obligé de faire pour les plus délicates, le jasmin et la tubéreuse, il s'appelle *enfleurage*.

V. — Macération.

Les corps gras les plus employés sont la graisse et l'huile.

La graisse exige une préparation afin de lui enlever son odeur et de prévenir sa rancidité, préparation très

[1] Les essenciers Bréhier et Egrot ont pour base un principe analogue, avec une disposition autre.

importante et recommandée de tout temps aux parfumeurs. Dioscoride lui-même en fait mention. On mélange des rognons de bœuf et de la graisse de porc en proportion différente, suivant la saison, suivant le pays où la pommade doit aller. On les broie entre des cylindres en fonte hérissés de fortes dents, tournant à vitesse différentielle. Le suif déchiqueté tombe dans une cuve. Il est lavé et fondu. Pour prévenir la rancidité, on ajoute une petite quantité de résine ou de baume, généralement du benjoin.

Récemment, on a proposé des antiseptiques inodores pour remplacer le benjoin.

Pour l'huile d'olives, elle n'a pas besoin de préparation spéciale. Il suffit qu'elle soit bonne, très raffinée et ne rappelle pas l'odeur de l'olive. Depuis peu, on tend à lui substituer l'huile neutraline, absolument inodore et qui ne rancit pas.

On a recommandé aussi successivement la glycérine, la paraffine, la vaseline; ce dernier corps paraît être celui qui a le plus d'avenir.

On fait digérer les fleurs dans des bassines étamées au milieu de ces corps gras, chauffées au bain-marie, à une température aussi basse qu'on peut, en général inférieure à 65°. Quand les fleurs ont

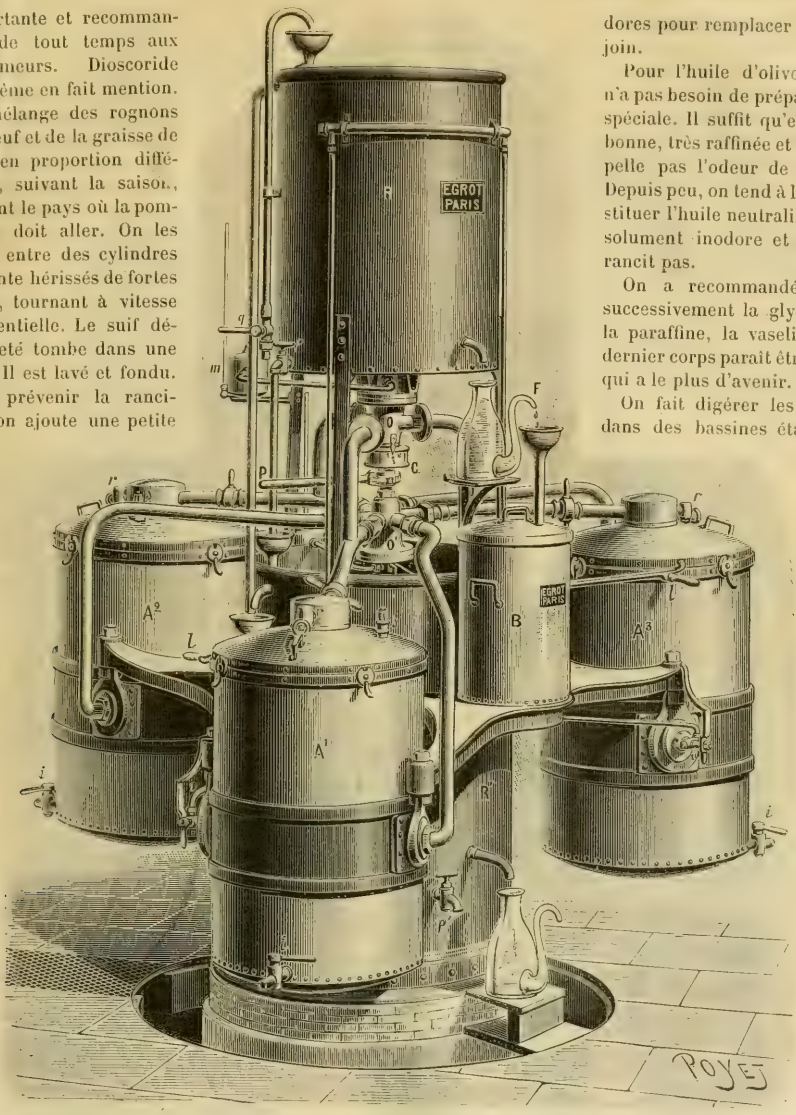


Fig. 15. — *Appareil pour la distillation fractionnée des essences.* — Il se compose de trois vases A¹, A², A³, disposés autour de deux réfrigérants R R¹ superposés, qui correspondent aux deux qualités d'essence. Chaque vase porte une grille sous laquelle viennent déboucher deux barboteurs, l'un amenant la vapeur du générateur, l'autre les vapeurs du vase précédent. Les vases A¹, A² étant épuisés de leur première qualité et le vase A³ rempli de fleurs fraîches, au moyen d'un levier P, on ouvre la vapeur vive sur A². L'essence de première qualité de A³ se rend dans le récipient R. Pendant ce temps, on ouvre la vapeur vive sur A¹ qui va se dépouiller de sa seconde qualité. Cette essence traverse le vase A³, puis A², et se rend dans le réfrigérent R'. Des changements de marche se font par le levier P, sans complication de robinet.

cédé leur parfum; on les retire et on en met de nouvelles jusqu'à ce que les corps gras aient la force odorante cherchée. Cette opération est exécutée par des femmes (fig. 18); chacune a son bugadier, dont elle agite les fleurs. Un bugadier peut contenir de 100 à 150 kilos de graisse.

On renouvelle les fleurs jusqu'à vingt-cinq fois, chaque infusion varie ainsi de douze à quarante-huit heures.

Alphonse Piver a proposé un procédé plus perfectionné et de grande industrie; il a nommé son dispositif *saturateur rationnel* (fig. 19). Il a

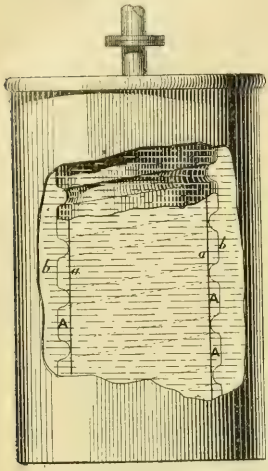


Fig. 16. — *Serpentin démontable (système Egrot).* — *a*, cylindre lisse; *b*, cylindre à gorge hélicoïdale; A, A, A, circulation des vapeurs à condenser.

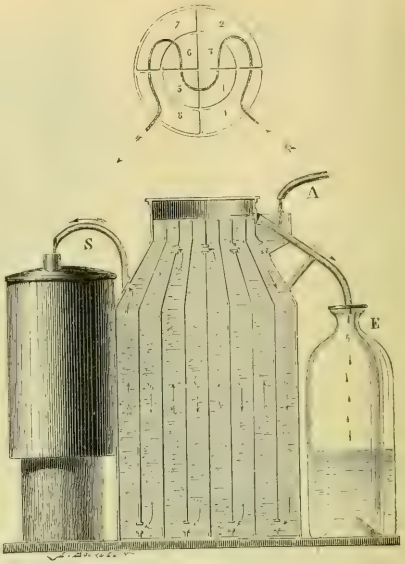


Fig. 17. — *Coupe et élévation de l'essencier Alphonse Piver.* — L'eau chargée d'essence du réfrigérant arrive en A et ressort en S privée d'huile essentielle après avoir traversé les huit compartiments; cette dernière s'écoule en E. La coupe montre la marche suivie par l'eau dans l'appareil.

Fig. 18. — *Macération des fleurs à chaud dans de grands récipients, appelés bugadiers, renfermant de la graisse fondue.* Des femmes, à l'aide d'une grande spatule, maintiennent les fleurs immergées dans le corps gras.

ainsi rendu l'opération mécanique, continue (évitant de faire refroidir la graisse à chaque rechargement de fleurs), et moins longue, toute infusion pouvant être terminée en une journée[1].

Cet appareil permet de parfumer en un seul jour, 800 kilos de graisse.

Après la macération, on exprime les fleurs épuisées dans des presses hydrauliques (fig. 20), afin de récupérer les corps gras.

Quant aux graisses parfumées, on les laisse déposer; on les passe à l'étamine et on les coule dans des boites de fer-blanc : ce sont des pommades.

A l'origine, on enfleurait dans des plats doubles, appelés *tiames*, et dans lesquels on coulait 12 *onces* de graisse. C'est un parfumeur de Grasse, *Théas*, qui remplaça ces ustensiles primitifs et de trop petite production par des châssis. Ces châssis, ayant 8 centimètres de profondeur, 60 de large, sur 1 mètre de long, sont fermés dans le bas par une glace. A l'aide d'une spatule, on étend la graisse sur cette glace, et par-dessus on pose les fleurs, en contact direct. Elles y restent douze heures; quand elles sont épuisées, on les remplace. L'enfleurage total, nécessairement long, varie entre douze et soixante-douze heures.

Si l'on emploie l'huile, on en imbibe des morceaux de toile de coton, qu'on étend sur des cadres garnis de fil de fer : les fleurs reposent directement sur les toiles. L'opération terminée, on soumet les toiles à une forte pression pour en retirer l'huile.

On obtient ainsi soit par la macération, soit par l'enfleurage, des pommades et des huiles parfumées. Pour en faire des extraits alcooliques, on les met en contact avec de l'alcool, et l'on agite le

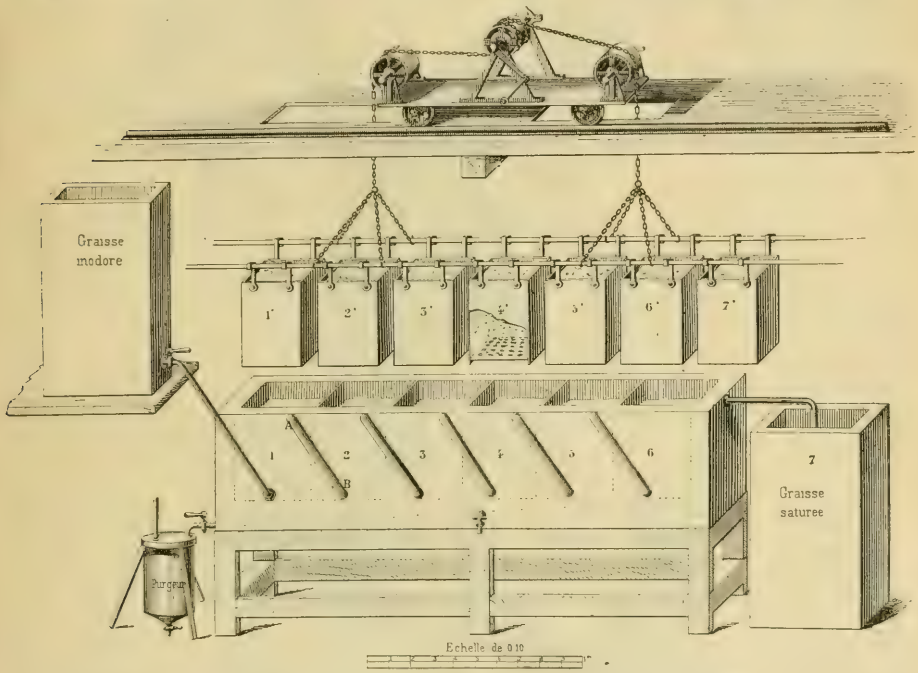


Fig. 19. — *Saturateur rationnel Alphonse Piver.* — 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7, compartiments renfermant la graisse fondue et communiquant ensemble par des trop-pleins AB; 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', compartiments à fond percé renfermant les fleurs et qu'on trempe successivement dans la graisse fondue. Les fleurs fraiches sont mises dans le 7' et passent du 5 au 5', etc. — La graisse qui suit l'ordre inverse, arrivant en 1, s'empare des dernières traces de parfum contenu dans les fleurs presque épuisées, tandis que la graisse du 7 déjà saturée dissout le parfum en excès des fleurs fraiches.

VI. — Enfleurage.

L'enfleurage est le procédé à froid. Les corps gras employés sont les mêmes.

[1] Déjà en 1871, et même en 1872, il avait tenté des essais dans cette voie en installant un plateau tournant à l'intérieur duquel se trouvait une série de bugadiers, communiquant entre eux par un tuyau qui conduisait la graisse du bas de l'un dans le haut de l'autre, d'une façon méthodique et rationnelle. La graisse tombait d'un bac élevé ; les fleurs contenues dans un panier étaient descendues par une grue circulaire.

mélange jusqu'à ce que ce dernier ait enlevé tout le parfum.

Pour les pommades, on se sert de vases en cuivre, où elles sont brassées énergiquement (fig. 21) par des palettes animées d'un double mouvement d'ascension et de rotation.

Les huiles sont mises dans des bouteilles en verre de 15 litres hermétiquement fermées et placées sur un plateau à mouvements violents et alternés (fig. 22).

On laisse reposer, on sépare par décantation. Pour enlever les dernières parcelles de graisse, on glace les extraits, soit en entourant la bassine d'un mélange réfrigérant, soit au moyen d'appareils spéciaux, comme celui de M. *Douane*, qui permet l'introduction dans l'extrait d'un récipient frigorifère à chlorure de méthyle. Une distillation ménagée permet de récupérer les traces d'alcool qui restent dans le corps gras.

Tels sont les procédés (enfleurage ou macération) mis en usage et depuis très longtemps par tous les parfumeurs pour le traitement des fleurs. On en voit vite les inconvénients : épuisement long (pour obtenir des pommades enfleurées au jasmin, très concentrées, il faut quelquefois quatre-vingt-dix jours, c'est-à-dire toute la durée de la récolte); matériel important de cadres, châssis, dont l'entretien est coûteux (une grande usine est obligée d'avoir trois mille cadres); qualités médiocres du produit, dont nous reparlerons plus loin; coloration; odeur de graisse ou d'olives, résultant de la juxtaposition du corps gras et des fleurs. De là un autre procédé d'enfleurage, appelé méthode pneumatique. On voit par quelles séries d'essais l'industrie doit passer avant d'atteindre à la perfection.

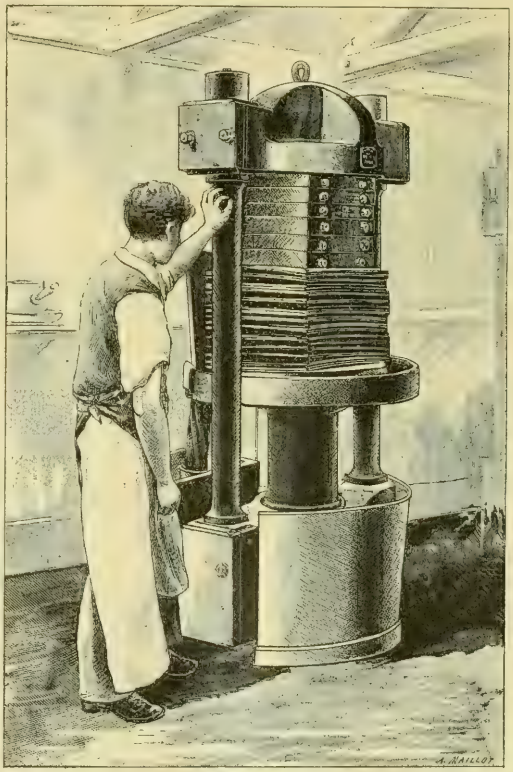


Fig. 20. — *Expression des fleurs dans la presse hydraulique.*

VII. — Procédé pneumatique.

Le principe consiste à éviter le contact du corps gras et de la matière odoriférante et à transporter le parfum de la fleur sur la graisse par un courant d'air ou de gaz.

En 1874, Alphonse Piver a fait breveter un procédé dont il avait eu la première idée en 1856. Son appareil (fig. 23) se compose d'un coffre à deux cavités communiquant entre elles. Des claies en toile métallique supportent les fleurs; entre chaque claie, une lame de verre, fixée d'un seul côté, mais libre sur les trois autres bords, reçoit le corps gras, non pas comme sur le châssis étalé horizontalement, mais exprimé en petits cylindres. Un outil spécial force la graisse à passer au travers d'une plaque criblée de petits trous, d'où elle sort, en quelque sorte, sous forme de *vermicelle*. Deux soufflets établissent un courant permanent qui passe et repasse de haut en bas et de bas en haut de chaque côté du diaphragme qui partage le coffre et oblige ainsi l'air continu et non renouvelé à saturer les graisses.

Cette agitation de l'air avait tendance à faire rancir la graisse. En 1884, M. Lucien Piver a repris ses expériences d'abord avec de l'azote; puis, pour éviter cette complication, avec de l'air, mais substituant à la graisse de l'huile neutraline. De plus, il a perfectionné cet appareil par des dispositions aussi pratiques qu'ingénieuses (fig. 24). Les huiles parfumées ainsi obtenues gardaient le parfum exquis de la fleur; mais malheureusement d'une façon un peu fugitive. Elles avaient, en outre, l'avantage de donner des extraits blancs. C'est donc un progrès important qu'on doit à l'éminent inventeur.

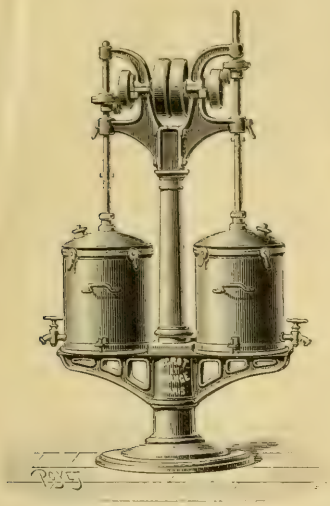


Fig. 21. — *Mélangeur à extraits, avec palettes animées d'un double mouvement d'ascension et de rotation* (système Egrot et Grangé).

VIII. — Dissolution.

Le principe de la dissolution consiste à séparer le parfum en le dissolvant dans un liquide suffisamment volatil pour pouvoir être ensuite facilement expulsé. L'idée première en revient à Robiquet [1]. Voici comment il l'expose dans son mémoire : *Sur l'arome de la Jonquille* (juillet 1835) :

« Puisque la distillation ne pouvait me mener à aucun résultat, j'ai dû avoir recours à d'autres moyens et notamment à l'emploi de diverses menstrues. L'éther m'a paru celui de tous qui offrait le plus d'avantages. J'ai rempli, sans trop fouler, une allonge abouchée, de corolles mondées de jonquilles, puis j'ai versé de l'éther; le liquide a passé goutte à goutte.

« J'ai trouvé dans la carafe deux couches; l'une, supérieure, formée par l'éther, était d'un beau jaune citron; l'autre, due à l'eau de végétation, était plus foncée. La teinture éthérée fut distillée. Il resta dans la cornue un dépôt de petits mamelons jaunes diversement groupés sur ses parois et encore au fond un peu de liquide éthéré. Le dépôt concret répandait une odeur très prononcée de jonquille, mais un peu mélangée de ce qu'on nomme odeur de vert. Le liquide éthéré évaporé dans une petite capsule donna un résidu d'une odeur bien plus franche de jonquille. Ce résidu ne séchant point à l'air, je m'aperçus bientôt que le liquide qui baignait les petits mamelons était de l'huile et non pas de l'eau. L'arome de la jonquille résidait donc dans le produit huileux entraîné par la teinture éthérée. Le produit concret, par lavages à l'éther et à l'alcool, devint incolore : c'était de la cire. »

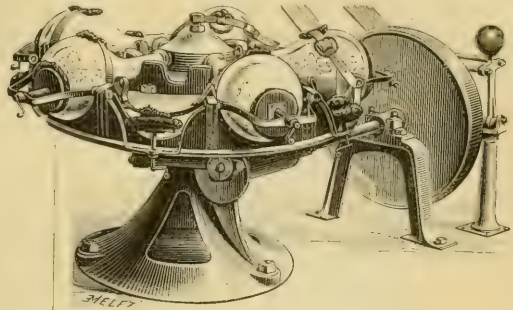


Fig. 22. — *Agitateur à extraits* (système Beyer frères). — L'arbre horizontal actionne, au moyen du plateau à manivelle placé à son extrémité, la bille avec têtes à rotules dont le mouvement en avant fait décrire à la table une portion de cercle. Son retour en arrière ramène vivement la table dans sa position première.

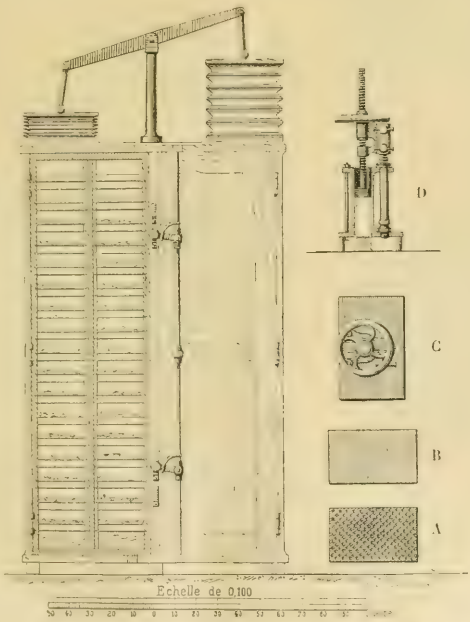


Fig. 23. — *Appareil Alphonse Piver, pour l'extraction des parfums par le procédé pneumatique.* — Les fleurs et la graisse sont situées sur des plateaux différents; un courant d'air, lancé par deux soufflets, porte le parfum sur la graisse. — A, claie pour les fleurs; B, lame de verre recouverte de corps gras en vermicelle; C, D, plan et coupe du vermicelier.

En 1856, Milon a fait sur l'arome des fleurs une étude semblable et l'a poussée plus loin. Ayant trouvé ces mêmes cires odorantes, il établit et caractérisa leurs principales propriétés :

« La définition de ces nouvelles substances, dit-il, serait donc :

« Le parfum des fleurs est un principe fixe ou ra-

[1] Voir, comme curiosité, le procédé du citoyen Demachy (1797), dans le *Journal de la Faculté des Pharmaciens de Paris*. Le dissolvant employé était un sirop de sucre blanc.

rement volatil, inaltérable ou peu altérable à l'air et dont la fleur ne renferme que des traces impondérables.

« Il est décomposable par la chaleur, soluble dans l'alcool, l'éther, les corps gras; il est presque indéfiniment diffusible dans l'air, c'est-à-dire qu'il s'y répand et y dénote sa présence par une odeur suave, sans que son poids en soit affecté d'une manière sensible à nos méthodes actuelles d'appréciation. Dans mon opinion ce caractère général de fixité ou plutôt de résistance aux agents atmosphériques distinguera les parfums proprement dits; les huiles essentielles qui exsudent des végétaux ou que la distillation en dégage sont des produits d'une nature différente. »

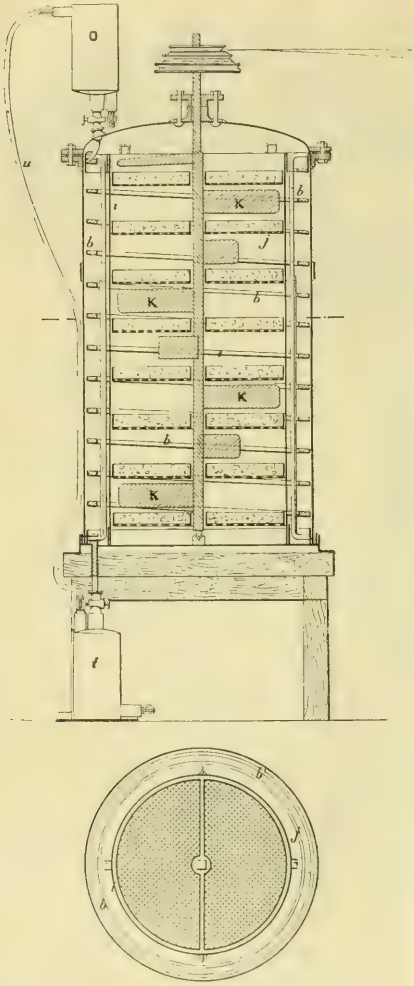


Fig. 24. — *Appareil de M. Lucien Piver pour l'extraction des essences par le procédé pneumatique.* — Les fleurs et le corps gras sont placés dans un même cylindre; les fleurs reposent sur des plateaux demi-circulaires, en deux parties, *i*, *j*, assemblés à charnières, et qui permettent de les retirer facilement pour les recharger après l'opération; l'huile coule en couche très mince et très lentement (elle parcourt l'appareil en 12 heures) dans une sorte de rigole *b*, disposée en spirale le long des parois du cylindre. Elle sort de *o*, et retombe en *t*. Un tube *u* relie ces deux vases et permet le passage dans le vase supérieur de l'air contenu dans l'autre, sans que le parfum soit altéré par l'air extérieur. Au-dessus de chaque plateau, les palettes K fixées sur un arbre traversant le cylindre, et tournant à 425 tours par minute, déplacent violemment la masse gazeuze ambiante, et projettent le parfum des fleurs sur l'huile répandue dans les rigoles.

Ce procédé permettait donc, non seulement de traiter les fleurs sans altérer la délicatesse de leur arome, mais encore donnait une nouvelle forme de produit, appelé par Milon parfum, plus connu aujourd'hui sous le nom d'essence concrète. Mais l'éther était un dissolvant trop coûteux. Il fallut avoir recours au sulfure de carbone : des difficultés d'épuration se présentèrent. Le point délicat du problème sera toujours, en effet, de séparer les dernières traces du dissolvant et d'éliminer les matières étrangères dissoutes. Alphonse Piver, qui avait secondé dans ses recherches Milon, — celui-ci se plaît à le reconnaître dans son mémoire, — non seulement en mettant à sa disposition son laboratoire, mais en l'aidant de ses connaissances techniques, rendit cette méthode industrielle par des perfectionnements de détail (rectification à l'alcool, lavages à l'eau alcalinisée), et un certain nombre de tours de mains qu'il serait trop long de rappeler. Il l'appliqua au réséda, à l'héliotrope et surtout aux rhizomes d'iris.

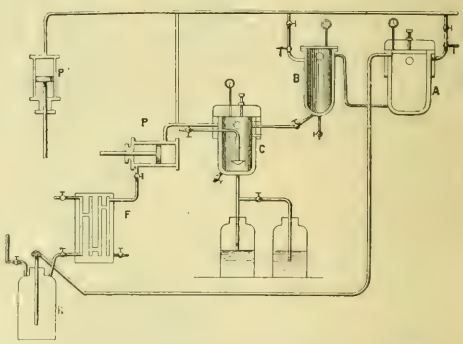


Fig. 25. — *Appareil de M. Laurent Naudin pour la dissolution du parfum des fleurs.* — Les fleurs introduites dans un digesteur A, on fait le vide. Par l'effet seul du vide monte du récepteur R le dissolvant. Parfumé après quelques instants de contact, il passe dans un vase décanteur B, où on a fait préalablement le vide, et cela par un simple robinet. L'eau contenue dans les fleurs et entraînée se dépose à la partie inférieure du décanteur B, on l'expulse. On établit la communication entre le décanteur et l'évaporateur C; on fait le vide. Le dissolvant parfumé distille alors; une pompe P active la distillation et refoule les vapeurs qui se liquéfient dans un réfrigérant tubulaire F, fortement refroidi. On maintient la température de l'évaporateur C égale à celle de l'atmosphère ambiante, en restituant par un courant d'eau dans la double enveloppe la chaleur latente empruntée au dissolvant volatil pour sa transformation en vapeur.

Depuis, cette étude a été reprise avec d'autres dissolvants. M. Hirzel (1863) a essayé l'éther de pétrole. MM. Ville, Hureaux, Naudin et Camille Vincent (1879), Massignon (1890), ont utilisé le chloroforme, le chlorure de méthyle. Le dissolvant de l'avenir paraît être l'éther de pétrole. La Société des Parfums de Cannes, qui exploite le brevet Massignon et l'a perfectionné, emploie un pétrole léger, bouillant vers 80°.

Il y a quelques semaines, M. Jacques Passy s'est

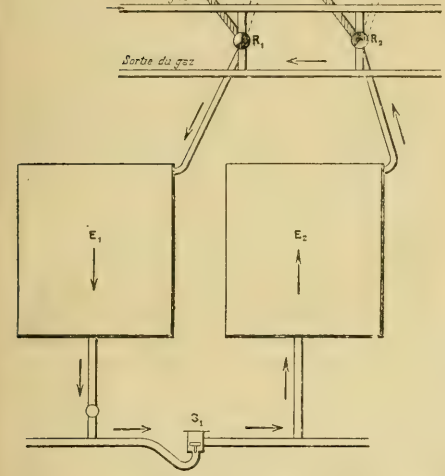


Fig. 26. — *Appareil de la Société des Parfums de Cannes pour l'extraction des essences par les dissolvants.* — Le dissolvant parfumé étant enlevé des extracteurs, on chasse par un fort courant de vapeur d'eau, les parties retenues dans les fleurs. (Il est à remarquer que les extracteurs communiquent avec la vapeur d'eau par le haut et avec le dissolvant par le bas). Les extracteurs E_1, E_2 sont réunis par une conduite qui porte une série de soupapes S_1, S_2 s'ouvrant dans le même sens. De plus, ils sont conjugués deux par deux, de sorte que, quand le dissolvant est poussé hors des appareils impairs par l'air comprimé, il rentre dans les appareils pairs dont l'eau s'échappe au gazomètre. Cette manœuvre se fait automatiquement au moyen d'un *tableau de manœuvre*, composé d'une série de robinets distributeurs à deux directions en nombre égal à celui des extracteurs. Chacun de ces robinets R_1, R_2 fait communiquer la conduite, soit avec le tuyau d'amenée du gaz comprimé, soit avec la conduite d'évacuation : les leviers de manœuvre de ces robinets sont enclanchés sur une tringle T qui les met tous en mouvement d'un seul coup. Des *obturateurs* interrompent automatiquement la communication entre un extracteur et son conjugué dès que le dissolvant contenu d'abord dans le premier est passé dans le deuxième. L'*évaporateur* concentre la solution du dissolvant parfumé, l'évapore à l'aide de la chaleur et du vide.

servi, comme dissolvant, d'eau pure, — milieu inoffensif pour la fleur, — et a repris ensuite par l'éther le parfum de cette eau enfleurée.

M. Laurent Naudin a imaginé un appareil ingénieux (fig. 25), où les opérations ont lieu en vase clos, dans le vide, à très basse température, par conséquent avec moins de danger et moins de perte.

Le liquide dissolvant se meut par simple différence de pression.

La *Société des Parfums de Cannes* a fait breveter en 1890 une installation très étudiée, dont plusieurs détails méritent l'attention (fig. 26 et 27). Les extracteurs sont disposés en série continue, comme une batterie de diffusion en sucrerie. Les fleurs y sont placées dans un panier ouvert par le haut et muni par en bas d'un fond percé de trous pour laisser pénétrer le dissolvant. Celui-ci passe successivement dans les extracteurs, faisant une dissolution méthodique, comme dans le saturateur rationnel, se rend dans l'*évaporateur*, où on le sépare du parfum par distillation.

L'*épurateur* chasse du parfum les dernières traces du dissolvant en le soumettant à l'état de division extrême à l'action simultanée de la vapeur d'eau et du vide.

Depuis, on a substitué la vapeur d'alcool à la vapeur d'eau. Pour l'épuration définitive des parfums, on emploie une série de manipulations dont le détail reste le secret de la Société.

M. Chiris a apporté de nouveaux perfectionnements, dont le principal serait l'*ozonisation* des produits.

Tout dernièrement MM. Egrot et Grangé ont construit un nouvel appareil qui réalise l'extraction continue des essences par les dissolvants, l'épuisement complet et le séchage par une agitation constante des matières travaillées.

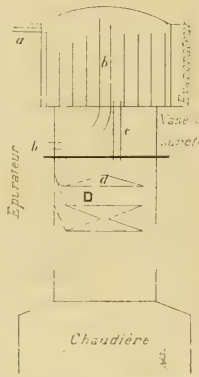


Fig. 27. — *Évaporateur et épurateur de la Société des Parfums de Cannes.* — L'*évaporateur* concentre la solution du dissolvant parfumé, l'évapore à l'aide de la chaleur et du vide. *a*, arrivée du dissolvant parfumé; *b*, sortie du dissolvant; *c*, sortie du parfum qui tombe à l'état liquide dans l'épurateur. L'*épurateur* se compose de plateaux en toile *d* de forme conique superposés et alternés en sens et grandeur, placés dans une colonne D, reposant sur une chaudière. Sur ces plateaux le parfum s'étale en nappes minces et descend en cascades successives.

En traitant les fleurs par les dissolvants, on obtient des essences concrètes, jouissant de toutes les propriétés décrites par Milon sous la forme d'une cire naturelle, et, chose remarquable, semblable à la cire d'abeilles.

IX. — Critique des procédés d'extraction.

Après avoir passé en revue les divers procédés de fabrication des corps parfumés, nous pouvons comparer les résultats qu'ils fournissent et examiner où en est le problème si délicat de l'extraction des Parfums. A vrai dire, malgré les nombreuses recherches, méthodes primitives anciennes, procédés scientifiques modernes, la question est loin d'avoir reçu une solution complète.

Quelle que soit sa forme, le parfum doit avoir les deux qualités suivantes :

1° Rappeler l'odeur véritable de la substance dont il est extrait ;

2° Présenter, exposé à l'air, une inaltérabilité complète et une persistance suffisante. — Plus brièvement, il doit être *exact* et *durable*.

C'est l'ensemble de ces deux qualités qu'il est difficile d'obtenir. L'infusion donne un parfum à peu près véritable, mais fugace. Pour les fleurs, il est sans résultat. La distillation fournit un parfum durable, mais sans suavité, altéré par la vapeur d'eau, rappelant toujours l'alambic. La macération, ou l'enfleurage, produit un parfum durable, mais généralement pas exact et coloré, un arrière-goût de graisse, d'huile, quelquefois rance, une impression de fleurs fanées, bouillies. Le procédé pneumatique, un parfum sincère, exquis, mais très fugace. La dissolution, un parfum réel, stable, mais peu abondant et gâté souvent par l'odeur du dissolvant. — On le voit donc : ou le parfum est durable, mais altéré, ou il est exact, mais fugace.

Par les méthodes connues on ne l'obtient stable que si la fleur a été en contact direct avec le véhicule, et alors il rappelle l'odeur de ce véhicule.

De là, comme le procédé usuel est l'enfleurage, cette proposition partout énoncée : Pour obtenir un parfum permanent, il faut passer par l'intermédiaire d'un corps gras.

Ainsi exprimée, cette idée ne pourrait-elle amener des confusions? Ne laisserait-elle supposer que la graisse, dans son union avec les fleurs, apporte d'elle-même un principe de fixité, alors qu'elle agit simplement comme dissolvant susceptible d'extraire, au contraire, de la fleur ce principe de fixité?

Pourquoi les essences concrètes produites, par exemple, avec l'éther, sont-elles moins altérables? Parce que l'éther dissout de la fleur une matière cireuse, qui fixe le parfum, et non parce qu'il y a contact du solvant. Pourquoi les huiles enfleurées par la méthode pneumatique n'ont-elles qu'une odeur fugace? Parce que le dissolvant, l'air, ne prend des fleurs pour les porter dans l'huile, que l'arome sans autre véhicule, et non parce que les fleurs ne touchent pas l'huile. L'iris est un exemple intéressant. Les longues recherches faites sur son parfum, voisin de la violette, l'ont fait traiter par un grand nombre de dissolvants, l'alcool, le sulfure de carbone, l'éther, l'acétone, la ligroïne, etc. On a obtenu ainsi autant de produits différents, comme corps, comme parfum et comme stabilité : car chacun de ces dissolvants enlevait en même temps qu'une quantité plus ou moins grande de principe odorant, soit l'amidon, soit la glucose, soit l'iridine, etc., ou laissait intacte toute partie résineuse.

La question de stabilité tient donc, non dans le contact, mais dans les propriétés du dissolvant qui lui feront entraîner avec le parfum plus ou moins de matières fixantes.

La question de pureté dépendra aussi des propriétés du dissolvant, suivant qu'il sera susceptible d'agir ou de ne pas agir sur les liquides aqueux imprégnant les tissus de la fleur, tissus dont la déchirure amène des impuretés.

Nous voyons, par conséquent, que la solution du problème se trouve dans le choix de ce dissolvant, qu'il devra être inodore, inaltérable, peu coûteux et d'une manipulation facile; qu'il pourra varier avec chaque substance, et résultera même de la composition de cette substance.

Agira-t-il en quelques instants comme l'éther, ou en quelques heures comme la graisse? Sera-t-il instantané ou lent?

S'il est instantané, observe-t-on, il ne prend qu'une petite partie du principe odorant, car il *tue* la fleur et ne lui laisse pas le temps d'exhaler la totalité de son parfum. Lent, au contraire, il permet à la fleur de vivre longtemps, de livrer toute sa capacité aromatique, de s'abandonner même, comme cela arrive pour le jasmin, pendant l'enfleurage, à une auto-distillation.

En résumé, le parfum se trouve-t-il condensé dans les pétales à l'état latent, ou se forme-t-il au fur et à mesure de sa production? Cela varie probablement suivant les fleurs[1].

Nous voici donc ramenés pour l'art du parfumeur, à remonter à la nature, comme pour tous les arts, à découvrir le développement naturel du parfum dans la substance étudiée; à trouver par l'analyse les composants de cette substance même, puis à déduire de ces observations le choix d'un dissolvant approprié, susceptible de distraire le principe odorant en même temps qu'un élément de fixité, sans entraîner de matières étrangères; enfin, de réaliser la dissolution dans des conditions voisines des conditions atmosphériques, sans doute, mais en tout cas, telles que la puissance aromatique puisse se livrer normalement et en totalité.

J. Rouché,
Ingénieur-Chimiste à l'Usine L. Piver.

[1] Voir les travaux de M. Mesnard et de M. Jacques Passy.

L'HÉTÉROMORPHOSE EN ZOOLOGIE

On sait qu'un organe perdu, — ou une partie du corps enlevée, — se régénère, du moins chez beaucoup d'Invertébrés et quelques Vertébrés ; le plus souvent, la partie régénérée est semblable à la partie disparue. Mais il n'en est pas toujours ainsi : il peut se faire que l'organe régénéré diffère de l'organe enlevé par l'origine, la position, la structure et le rôle physiologique.

Les régénérations de cette sorte sont désignées par Lœb sous le nom d'*hétéromorphoses*.

Une distinction s'impose. Dans une première classe, sous le nom d'*hétéromorphoses d'origine*, nous pouvons grouper les cas dans lesquels l'organe régénéré est semblable à l'organe disparu, mais se trouve formé par un matériel embryonnaire différent.

Par exemple, chez les *Lumbriculus*, von Wagner obtient la régénération du stomodæum et du proctodæum par différenciation de l'intestin *endodermique*, tandis, que chez l'embryon, ces parties sont *ectodermiques*. Le même auteur a constaté que chez les *Microstoma* et les *Planaria*, le pharynx, *ectodermique* chez l'embryon, se régénère aux dépens du parenchyme mésodermique.

Wolfet Erik Müller, après avoir extirpé le cristallin de l'œil du Triton, constatèrent la régénération de cet organe aux dépens de l'épithélium de la partie supérieure de l'iris. Kennel a observé chez des Vers inférieurs la régénération des ganglions cérébroïdes (ectodermiques) par le parenchyme mésodermique. Je me borne à ces exemples. De nombreux faits de ce genre sont actuellement connus : nous les classerons sous le nom d'hétéromorphoses d'origine, par opposition aux *hétéromorphoses de résultat*, que nous nous proposons surtout de considérer.

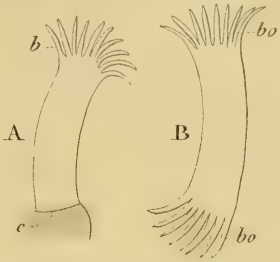


Fig. 1. — *Hétéromorphisme de l'*Astroïdes calycularis (*polypier*). — L'organisme, coupé transversalement, donne un individu A, dont la base, implantée dans la muraille calcaire *c*, régénère une bouche *b*, ce qui est normal, tandis que l'autre tronçon forme un individu B à deux têtes ayant chacune une bouche *bo*.

I. — Description des faits.

Dans l'hétéromorphose de résultat, l'organe régénéré se présente absolument différent de l'organe disparu. Examinons quelques faits :

Voici un polypier d'*Astroïdes calycularis* (fig. 1). Si on le coupe transversalement, la partie basale (A, fig. 1), implantée dans la muraille calcaire *c*, régénère une bouche, un disque buccal, une couronne de tentacules (*b*) : c'est là un fait normal de régénération. Mais l'autre fragment (B, fig. 1), qui possède déjà la tête de l'*Astroïdes*, reforme également une tête (*bo*), à l'autre extrémité avec une nouvelle couronne de tentacules, une nouvelle bouche et un nouvel œsophage.

Ce polypier se trouve donc avoir un seul tronc et deux têtes (*bo*, *bo*) à chaque extrémité. Cette expérience est due à *Cerfontaine*[1] et

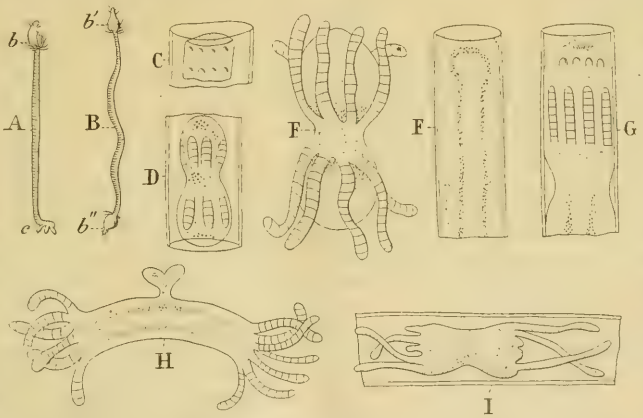


Fig. 2. — *Hétéromorphose des* Tubularia. — A, individu normal, avec une tête *b* et une extrémité radicale *c*. B, tronçon médiant du précédent ayant formé deux têtes, l'une en *b'*, l'autre en *b''* (d'après Lœb); C, D, début de la régénération; les tentacules commencent à apparaître; E, exemplaire bicéphale dans lequel les deux têtes sont accolées (d'après Bickford); F, G, début de la régénération avec orientation préliminaire du pigment; les tentacules apparaissent comme des saillies longitudinales (d'après Driesch); H, hétéromorphose avec bourgeon latéral; I, hétéromorphose où l'hydraire se trouve encore entouré du périthèque (d'après Bickford).

[1] P. Cerfontaine. Sur l'organisation et le développement

est antérieure aux nombreuses expériences de *Lœb* [1] sur ce même sujet.

Lœb a pris comme objet d'étude les Hydraires, chez lesquels la régénération est rapide et facile. Il coupe un fragment de *Tubularia mesembryanthemum* (A, fig. 2), c'est-à-dire un fragment d'*hydrocaule*, entre la tête *b* (hydranthe) et l'extrémité radicale *c* (hydrorhize), et obtient la régénération (B, fig. 2) d'une tête (*b'*, *b''*) à chaque extrémité. Le processus de cette hétéromorphose a été bien étudié par E. Bickford [2]. Aussitôt après la section, la tête se régénère rapidement au pôle oral; au pôle aboral, la régénération est un peu plus lente : là se montre une forte pigmentation rouge, les tentacules apparaissent comme des lignes saillantes, et les deux hydranthes se montrent bientôt formés dans le périsarque, aux deux extrémités du fragment d'hydrocante. Cette régénération peut se faire sur de très petits fragments, et se fait aux dépens non des cellules intermédiaires de l'hydranthe, mais aux dépens de toutes les cellules basilaires, ce qui exclut l'idée d'un bourgeonnement.

D'autre part, si l'on plante dans du sable un fragment d'hydrocanthe, l'extrémité radicale en haut, il ne se forme qu'une tête et seulement à l'extrémité libre.

Voilà donc des expériences dans lesquelles l'organe régénéré est absolument différent de l'organe disparu.

Lœb a continué ses observations sur de nombreux Hydraires. Chez l'*Aglaophenia pluma*, si l'on coupe transversalement le stolon, et qu'on le tienne suspendu dans un aquarium, il se forme une extrémité radicale et des hydrorhizes à l'extrémité inférieure, que cette extrémité soit l'extrémité apicale ou l'extrémité basale ; à l'autre extrémité il se forme soit des « racines », soit une « tête », suivant que l'extrémité apicale se trouve en haut ou en bas. Lœb obtient de là même façon des stolons bibasaux ou biapicaux avec le *Plumularia pinnata*, les *Eudendrium* (*racemosum?*), les *Sertularia* (*polyzonias?*), le *Gonothyrea Lœveni*, etc.

Les Actiniaires donnent des résultats un peu différents. Si l'on pratique une coupe orale, celle-ci se cicatrise, mais il ne se forme pas de nouvelle tête ; mais si l'on fait une incision latérale dans les parois de l'Actinie, il se produit une nouvelle tête ou un nouveau pied. Chez le *Cerianthus membranaceus*, si l'on fait une incision transversale dans la paroi, il se forme, après quelques jours, au pôle aboral, une nouvelle tête avec tentacules buccaux et marginaux, mais pas de bouche ; la néoformation est d'autant plus rapide et plus complète que la section a eu lieu plus près de l'ancienne tête. Chez l'*Actinia equina*, il ne se forme jamais de nouveau pied, mais seulement une ouverture buccale qui peut absorber la nourriture. — Bergh [1] cite un cas du même genre, qu'il aurait rencontré à la grève chez la *Lucernaria octoradiata*.

Lœb a fait une expérience, qu'on peut aussi considérer comme un cas d'hétéromorphose, chez le *Ciona intestinalis*. Si l'on coupe (A, fig. 3) le siphon oral

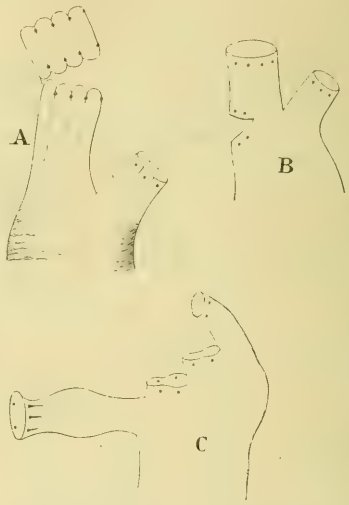


Fig. 3. — *Hétéromorphose chez le* Ciona intestinalis. — En A et B, formation de nouveaux ocelles sur une section du siphon oral. — En C, formation de siphons supplémentaires (d'après Loeb).

de cette Ascidie, il se reforme, sur les deux bords, des ocelles ; et, si l'on fait des incisions dans la tunique, au voisinage du siphon oral (B, fig. 3), il se forme de nouveaux siphons, portant aussi des ocelles. Cette expérience montre que les faits d'hétéromorphose ne se produisent pas seulement chez les êtres très inférieurs, comme les Hydraires.

Très récemment, Van Duyne a obtenu, chez le *Planaria torva*, les régénérations d'une tête à l'extrémité postérieure du corps, c'est-à-dire une hétéromorphose complète de cette partie postérieure.

C'est aussi à l'hétéromorphose qu'il faut rapporter la transformation accidentelle du pédoncule oculaire des Crustacés Podophthalmes en une antenne.

des différentes formes d'anthozoaires, *Bull. Acad. Belg.* v. 22, p. 141, 1890.

[1] J. Loeb : Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Thiere. Würzburg, 1891-92.

[2] E. Bickford : Notes on Regeneration and Heteromorphosis of Tubularian Hydroids. *Journ. of Morphology*, v. 9, p. 417-430, 1894.

[1] R. S. Bergh. Uber den Begriff der Heteromorphose *Roux's Arch.*, 3e vol., p. 660-661, 1895.

H. Milne Edwards[1] avait autrefois signalé une Langouste dont le pédoncule oculaire gauche s'était transformé en un appendice antenniforme. Hofer[2] a décrit un exemplaire d'Ecrevisse qui possédait, à la place de l'œil droit, un organe formé d'un protoporite biarticulé et de deux prolongements flagelliformes. Enfin, récemment, Herbst[3] a pu reproduire expérimentalement cette hétéromorphose sur des Palémons de 5 à 8 centimètres (fig. 4).

Après l'opération qui est faite, soit sur les deux yeux, soit sur un seul, beaucoup de ces animaux meurent, mais d'autres survivent, et, après plusieurs mois, régénèrent un organe antenniforme (B, fig. 4); cet organe de néoformation, qui se produit après résection complète du pédoncule oculaire, se montre en général formé d'une partie basilaire plus ou moins différenciée et d'un long flagelle pluriarticulé, couvert de poils sensitifs et rappelant l'antenne antérieure.

Tous ces faits sont des hétéromorphoses de résultat et ne peuvent être envisagés comme des régénérations simples, puisqu'ils aboutissent à un résultat très différent.

Cependant, il ne faudrait pas croire que la régénération pure et simple soit séparée par un abîme infranchissable de l'hétéromorphose de résultat. Il se trouve des cas intermédiaires, et ceux-là sont extrêmement nombreux. Il y a les cas dans lesquels l'organe régénéré est seulement plus grand que l'organe enlevé : par exemple, la première patte didactyle des Salicoques et des Caridines (F. Müller), les siphons de *Ciona intestinalis* (Mingazzini). Il y a les cas de duplicité de l'organe régénéré : tels la polydactylie ou l'hyperdactylie des Tritons et des Axolotls (Vulpian, Barfurth, Giard, Tornier, etc.); les Planaires bicéphales (Barfurth, etc). Il y a les cas dans lesquels l'organe semble retourner à une forme embryonnaire ou atavique, par exemple, la queue des Lézards qui, régénérée, n'est plus qu'un simple cylindre cartilagineux non segmenté. — Bien d'autres cas de régénération pourraient encore être cités, qui ne sont pas des faits de régénération pure et simple, et forment une série dont l'hétéromorphose constitue le terme le plus éloigné.

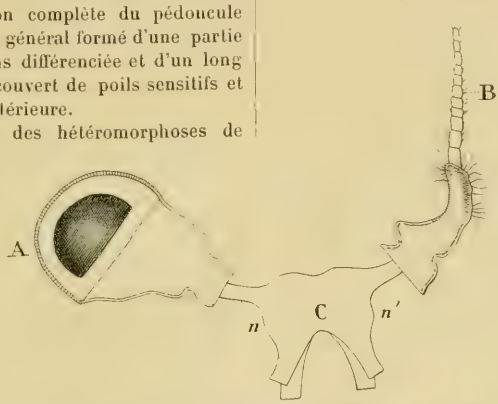


Fig. 4. — *Hétéromorphose expérimentale du pédoncule oculaire chez le Palémon.* — Du côté gauche, œil normal A. A droite, s'est formé un organe antenniforme B. — C, ganglions cérébroïdes : *n*, *n'*, nerfs optiques (d'après Herbst).

II. — Causes de l'hétéromorphose.

Revenons à notre frament d'Hydraire (fig. 1), qui a la possibilité de régénérer une tête à chacune de ses extrémités; la régénération d'une tête à la partie orale est explicable ; mais comment expliquer la formation d'une autre tête au pôle aboral ?

Cerfontaine[1], Trautzch[2], Nussbaum[3] pensent qu'il n'y a pas *régénération*, mais *bourgeonnement* d'un nouveau polype. Nous avons déjà montré que cette interprétation n'est pas exacte, puisque toutes les cellules basales prennent part à la néoformation. Cependant, certaines expériences de Lœb, sur les Hydraires coloniaux, sont probablement à interpréter comme des faits de bourgeonnement. Mais les sections faites dans un individu d'Astroïdes ou de Tubulaire entraînent bien des régénérations ou des hétéromorphoses, et non des bourgeonnements. Il nous faut donc examiner quelles sont les conditions biologiques qui peuvent déterminer l'hétéromorphose.

Ishikawa et Nussbaum, en étudiant les régénérations chez l'Hydre d'eau douce, ont déjà montré qu'il était au moins nécessaire, pour la régénération : 1° d'une cellule ectodermique; 2° d'une cellule endodermique; et 3° d'une cellule de la couche intermédiaire. Bickford a également établi que, dans l'hétéromorphose des Tubulaires, ce sont toutes les cellules de la partie basilaire de l'hydraire qui donnent naissance à la nouvelle tête.

D'autre part, chez les Tubulaires, comme l'ont

[1] Milne-Edwards : Sur un cas de transformation du pédoncule oculaire en une antenne. *C. R.* v. 59, 1864, p. 710.

[2] Hofer : Ein Krebs mit einer Extremität statt eines Stielauges. *Verhandl. der deutschen zool. Gesellsch.*, 1894.

[3] C. Herbst : Über die Regeneration von Antenne ähnlichen Organen an Stelle von Augen. *Arch. de Roux.* 2e vol. 1891, p. 544-558, § 31.

[1] Cerfontaine. *Loc. cit.*

[2] Trautzch : Anmerkungen zu den Versuchen des Herrn Dr Lœb über Heteromorphose. *Biol. Centralb.* v. 11, p. 200-212, 1891.

[3] Nussbaum : Die mit der Entwicklung fortschreitende Differenz der Zellen. *Verh. Nat. Ver. Bonn*, p. 81-94, 1895.

fait voir les recherches d'Allmann, Jickeli, Ciamician, Hamann, etc., les cellules endodermiques de la partie orale, plus longues, diffèrent des cellules cubiques de la partie médiane, qui seule peut être considérée comme stomacale et digestive.

Lorsqu'on isole un fragment d'hydrocaule, pour qu'une tête se forme au pôle aboral, il est donc nécessaire qu'il y ait des modifications histologiques dans les cellules basilaires.

Quelles sont les conditions topiques qui peuvent favoriser ces modifications? Lœb les a déterminées soigneusement.

L'héliotropisme, c'est-à-dire la sensibilité à la lumière, est un agent dont il faut tenir compte. Une lumière, faible donne un hydranthe petit; une lumière, forte, un hydranthe plus grand. D'autre part, les hydranthes sont, d'ordinaire, positivement héliotropiques; les hydrorhizes le sont négativement.

La composition du milieu a une grande importance, en particulier la teneur de l'eau de mer en potasse et en magnésie. Mais 0,33 °/₀ de potasse dans l'eau de mer empêchent la croissance; 0,6 °/₀ empêchent la régénération. La teneur de l'eau de mer en KCl et NaCl est très importante, soit pour la régénération, soit pour l'accroissement.

Dans une eau chargée de 5,1 °/₀ de NaCl, l'accroissement est nul, et la régénération de la tête reste stationnaire; à 5,4 °/₀, la régénération est nulle. Le maximum de salure pour l'accroissement est de 2,5 °/₀.

L'influence de la turgidité de l'organe aurait, d'après Lœb, une certaine influence. Chez le Cérianthe, pour être végétatives, les cellules tentaculaires doivent être turgides.

Mais il est d'autres agents d'irritabilité qui exercent une influence considérable sur l'orientation de l'organe. La régénération de la tête est facilitée par le rôle nutritif, excréteur, absorbant des cellules endodermiques. Si l'on empêche la formation de la tête au pôle oral, elle se forme au pôle aboral. Il y a une réaction très forte des cellules endodermiques à l'absorption nutritive. Du reste, les têtes néoformées des Cérianthes, bien que privées de bouche, réagissent à la nourriture comme la tête normale. J'ai pu observer le même fait chez le *Myriothela phrygia* et les *Clava*, après section de l'hydranthe.

La régénération de l'hydrorhize est facilitée par l'irritabilité de contact et l'excitation durable de l'ectoderme. L'influence du substratum est considérable. Dalyell avait déjà observé que si des Hydraires (*Sertularia*, *Plumularia*, *Aglaophenia*, *Gonothyrea*) s'attachent à des corps étrangers, la croissance en longueur est plus considérable que quand ces Hydraires sont suspendus dans l'eau. J'ai constaté le même fait chez les *Myriothela* et les *Clava*. Il y a donc une influence directe du substratum sur l'excitation vitale, partant sur l'orientation de l'organe. Ajoutons que le géotropisme des Hydraires et des Actinies est hors de doute. Un Cérianthe, placé la tête en bas dans une éprouvette, se retourne rapidement. Beaucoup d'hydranthes sont négativement géotropiques, les hydrorhizes étant positivement géotropiques et stéréotropiques (Antennulaires, Plumulaire).

Pour qu'une tête se forme au pôle aboral, il faut donc que les influences stéréotropiques et géotropiques soient annulées, c'est-à-dire que l'hydrocanthe soit suspendu horizontalement dans l'eau, ce que j'ai pu vérifier expérimentalement.

Pour expliquer l'hétéromorphose, Lœb met en avant la théorie de la *polarité* d'Allmann et les théories des *substances spécifiques* de Sachs. A une certaine différence de structure interne, correspond une certaine polarité; cette polarité est annulée dans les cas d'hétéromorphoses.

La forme de l'organe est déterminée par des substances spécifiques organogéniques; ces substances ne sont pas encore orientées chez l'embryon, ce qui explique la facilité de la régénération chez les jeunes animaux.

Quand il se produit une hétéromorphose, c'est que les substances spécifiques de l'animal considéré manquent à la place ordinaire, et se trouvent remplacées par les substances spécifiques de formation d'un autre organe. — Que faut-il admettre de ces spéculations? Il ne nous semble pas qu'il soit nécessaire d'introduire dans la question des éléments spécifiques d'un caractère presque métaphysique.

Les cellules de la région moyenne de l'Hydraire, par le seul fait qu'elles sont séparées traumatiquement des cellules voisines, se trouvent dans le cas de reproduire normalement une tête au pôle oral, un hydrorhize au pôle aboral. Mais leur état de différenciation n'est pas tel qu'il ne puisse être modifié sous les influences biomécaniques ambiantes. Se trouvant brusquement mises en contact avec les agents extérieurs, ces cellules retournent à un certain état instable d'indifférence, qui leur permet, si certains facteurs biomécaniques viennent à prévaloir, de régénérer un hydrorhize ou un hydranthe.

Les influences stéréotropiques ou géotropiques agissent sur les cellules ectodermiques, et il existe, avec elles, un complexus d'actions digestives ou d'absorption qui influent sur les cellules endodermiques; si les influences géotropiques dominent, c'est-à-dire si le fragment oral est enfoncé dans le sable, il se produira une hydrorhize au pôle oral; si les seconds agents l'emportent, c'est-à-dire

si l'extrémité aborale est soustraite au stéréotropisme et au géotropisme, il se produira un hydranthe au pôle aboral.

Des explications semblables seraient à invoquer pour la formation des siphons des *Ciona* ou de l'organe antenniforme des Crustacés. L'héliotropisme se produirait dans le premier cas ; l'héliotropisme, et peut-être la teneur en acide carbonique de l'eau des aquariums (Herbst), exerceraient leur action dans le second.

En résumé, lorsqu'un organe a été enlevé, les cellules de la section se trouvent, dans le cas normal, déjà différenciées de façon à régénérer le même organe ; mais, dans d'autres cas, ces cellules se trouvent dans des conditions d'indifférence histologique telles que, suivant les causes biomécaniques agissantes, il puisse régénérer tel organe ou tel autre. L'hétéromorphose ne semble donc pas être une régénération pure et simple, mais une néoformation, une différenciation complexe dont les influences biomécaniques sont les déterminants, ainsi que l'excitation fonctionnelle.

A. Labbé,
Docteur ès sciences.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE PURE

I. — Chimie générale.

Quand il y a de grands événements chimiques au cours de l'année, la *Revue* les publie aussitôt. C'est ainsi qu'elle a fait récemment pour la liquéfaction du fluor par MM. Moissan et Dewar. Des autres travaux moins importants, il semble qu'il ne reste rien qu'un peu plus de confusion dans notre esprit, par suite de la continuité monotone d'une production scientifique d'inégale valeur. C'est le propre de la continuité de ne pas paraître toucher aux choses. Du jour au lendemain l'homme ne paraît pas plus vieux, mais de dix en dix ans, il n'est plus le même. Il en va ainsi de la Chimie. Rien dans le travail courant de cette année n'a changé, mais la Chimie de 1897 est bien loin de celle de 1887. Sans doute, les anciens faits sont immuables, mais ils sont écrits sur un papier jauni et dans un style un peu vieilli. C'est que les savants se renouvellent et, comme tous les hommes, s'adaptent aux circonstances. Malheureusement la Chimie exige, en outre, la rénovation de son matériel, et c'est là ce qu'elle ne fait pas. Nous avons des laboratoires construits pour les besoins du siècle dernier ; d'autres, fort nombreux, construits selon les idées de 1860 à 1880, sont irréprochables, et cependant on voit venir d'autres besoins et de nouvelles méthodes de travail pour lesquelles ils ne sont pas faits.

Le laboratoire n'a été conçu jusqu'à présent que comme un monument architectural capable de durer des siècles. La Science, qui change et progresse, se trouve tôt ou tard emprisonnée dans des murailles solides et invariables. Il est souhaitable que les laboratoires futurs ne soient que des ateliers destinés à mettre en pratique les idées de chaque époque et susceptibles d'être remaniés, quand à d'autres hommes apparaissent d'autres besoins. Dans les laboratoires destinés à tout faire, on ne peut réaliser que médiocrement chaque chose. La Chimie, assez restreinte en 1850 pour être au large dans une seule pièce, s'est agrandie et spécialisée. Il convient aujourd'hui d'avoir un laboratoire de métallurgie, d'électrolyse, de froid, tel que celui de Dewar, de chimie biologique, de couleurs, de parfums, etc., et ce sont là des installations qui, pour rendre service, ne peuvent être improvisées dans une salle encombrée d'autres appareils. Il faut accumuler dans de tels laboratoires un outillage important, très spécial, que l'expérience acquise modifie chaque jour, afin d'en faire des centres de production scientifique et de découvertes pratiques recherchés. Dumas, Deville, Würtz et Pasteur, qui ont successivement approprié des laboratoires spéciaux comme des annexes passagères de leur pensée, ont fait passer l'Europe savante par Paris, car ils avaient des modèles à montrer.

On ne saurait trop se préoccuper aujourd'hui en France de cette tendance qu'ont plusieurs Instituts de l'Etranger de créer, à côté des laboratoires généraux, des sortes d'usines très spécialisées où le chimiste puisse aller demander ce qu'il ne saurait trouver, au même degré de puissance ou de perfection, dans son laboratoire : pression, froid, courant électrique, etc., etc.

C'est la Chimie générale qui, jusqu'à présent du moins, semble la plus intéressée aux créations de cette sorte. Cette science gagne tous les ans du terrain ; elle s'enrichit principalement en déterminations de volumes, en mesure de constantes et en travaux minutieux, s'efforçant de savoir si ce que nous avons depuis longtemps admis est bien vrai, chose qui n'arrive pas toujours. Ce que l'on fait là est la Chimie du doute, une Chimie sceptique, un mouvement de réaction contre quelques tendances de la Chimie organique à formules ; celle-ci semble, en effet, avoir quelquefois accueilli comme lois,

après simple stage en son domaine, des vues fort aventurées. Mais tout en reste là, les découvertes propulsives sont rares et bien des idées brillantes semblent rétrograder : telle est, si je ne me trompe, la séduisante théorie des ions dont les hommes qui manient l'Électrochimie semblent bien peu se soucier. L'excitation intéressée de l'expérience industrielle produit un si grand nombre de faits que bien peu de doctrines sont assez fortement constituées pour les encadrer sans exception.

De l'usine qui peut expérimenter en grand et sur beaucoup de choses sortiront, cela n'est pas douteux, les documents que la science exige pour aller plus avant. D'autres idées viendront sans doute mettre en meilleur accord les choses très complexes qui se passent dans le bain électrolytique où se trouvent en présence, à la fois, les solutions, l'osmose et l'équilibre des forces physiques et chimiques représentées surtout par l'Électricité et la Chaleur.

Encore dans le domaine de la Chimie générale, la question, si controversée, de la nomenclature, continue de préoccuper de bons esprits. La nomenclature chimique du Congrès de Genève conserve ses amis de la première heure, mais n'a pas conquis le monde chimique. Les variations d'une langue sont incessantes, mais ne se décrètent pas, elles vont plus ou moins vite dans le sens du moindre effort. La réforme du parler électrique par les unités CGS a vite réussi parce qu'elle classait en valeurs numériques les phénomènes connus en n'usant que d'un nombre minime de néologismes. En Chimie il s'agirait de créer toute une phonétique, une multitude de mots neufs.

Pour les choses anciennes et celles à découvrir, M. M. Richter[1] consacre plus de vingt pages à un perfectionnement de la nomenclature de Genève avec de nouveaux signes et conventions. Il paraît certain que le langage, en se perfectionnant, deviendra aussi difficile, sinon plus, que l'écriture pure et simple de la formule développée. Il y aura double emploi. Même pour les répertoires, les formules bien classées sont encore préférables. Tous les chimistes comprennent la formule simple $C^6H^5 — CH^2 — CH^2 Cl$. Dans la classification proposée cela deviendrait :

(6) hexène — éthyl — $\overset{\text{II}}{1}$ — chlor — $\overset{\text{II}}{1}^2$

Quel avantage y a-t-il? — Ces images sans faits font beaucoup écrire pendant quelque temps, elles ...it comme les formes littéraires.

Il est juste de croire que, parmi le grand nombre de mots qui seront forgés par les partisans de la notation de Genève, quelques-uns, se trouvant être courts ou pratiques, s'infiltreront peu à peu dans la langue, laquelle vit en évoluant. J'ai entendu soutenir qu'il était fâcheux d'employer les noms variés de tartrique, malique, fumarique, succinique pour des acides de même parenté et tous en C^4. Cela est bien vrai ; aussi la classification par formules telles qu'elles sont y répond, et quelques mots de simplification dans des cas semblables seront les bien venus. Et sur ce sujet des acides, je me demande en quoi la terminaison *oïque* est spécialement commode et préférable à *ide*. Nous avons « acide acétique », on propose « acide éthanoïque ». Il semble, mais cela est peu important, que les mots éthanide, tartride, succinide, benzoïde auraient plus de chances d'entrer dans les coutumes pour exprimer brièvement les acides. Selon l'idée de M. Richter, un petit cercle comparable à un accent compterait les cycles.

Il ne saurait entrer dans la place de ce chapitre de relever même succinctement toutes les observations récentes dont a pu s'enrichir la Chimie générale. Le *Zeitschrift für physikalische Chemie* contient un nombre considérable de faits minutieusement étudiés et mis en tableaux ou en équations qui ne sauraient trouver leur place ici. Les idées nouvelles, justes ou fausses, qui mettent le monde en mouvement sont absentes. Espérons meilleur sort pour l'année prochaine.

II. — Chimie Minérale.

Après un temps assez long pendant lequel l'opinion tendait à créer un idéal de science abstraite et pure jusqu'à l'inutilité, les savants reviennent aux traditions plus fécondes de Gay-Lussac et de Berthollet, et s'essaient à tirer des grandes idées ce qu'elles contiennent d'utile pour l'humanité. Il est vrai que, dans le domaine des sciences susceptibles d'une transformation matérielle, comme la Chimie, l'application a souvent été faite. En ces derniers temps, Lord Rayleigh[1] s'est proposé de rendre pratique l'oxydation directe de l'azote de l'air par les moyens électriques dont on dispose aujourd'hui ; il a voulu transporter du laboratoire dans l'usine l'expérience célèbre de Davy qui faisait agir l'étincelle électrique sur l'air. L'éminent physicien et chimiste s'est servi d'un transformateur donnant environ 6.000 volts et il a démontré que l'absorption d'air dans un ballon de 7 litres arrosé par un jet de potasse atteignait 6880 c.c. par heure de travail de l'arc. La pression n'améliore pas notablement le rendement, qui cependant

[1] *Berichte*, 1896, t. XXIX.

[1] *Chem. Soc.*, 1897, p. 181.

n'est pas négligeable. Il ne faut pas désespérer de produire un jour le nitre par ce procédé élémentaire, car il faut songer aux moyens dont pourra disposer notre civilisation pour se continuer quand elle aura épuisé les réserves accumulées par la nature avant la venue de l'homme.

Après les succès, et les déboires des mines d'or, on s'est ingénié de tous côtés à rechercher de l'or : ce métal est beaucoup plus répandu qu'on ne pensait. Avec une faible partie des capitaux qui s'exportent au loin, et quelque initiative minière, la France aurait peut-être une place dans la production aurifère. Les temps changent (on ne se le dit jamais assez), et l'or de l'Ariège ou des Alpes, simplement légendaire, deviendra peut-être une réalité.

L'eau de mer a toujours passé pour métallisée. M. Liversidge [1] a essayé divers produits d'origine maritime tels que le sel gemme, la carnallite, le nitrate de soude, les fucus, etc... Un kilo de la matière au moins est dissoute, mais non filtrée; on y ajoute un peu de sulfate ferreux, qu'on oxyde par un courant d'air : il se fait alors un précipité de sel de fer basique qui encolle la masse et entraîne l'or; le précipité est recueilli, passé en fusion plombeuse, avec des matériaux essayés, puis coupellé. Le sel de Stassfurth contient 0 gr. 130 d'or à la tonne, la carnallite et le nitre du Chili des quantités de même ordre. Ce n'est que 100 fois moins que les minerais couramment exploités pour or.

L'or apparaît fréquent, mais les autres corps simples réputés plus rares encore sont excessivement disséminés [2]. M. Hartley a chauffé au chalumeau oxhydrique une grande quantité de minéraux vulgaires, renouvelant ainsi les travaux de Cossa pour la diffusion du bore et du cérium, et il est arrivé à retrouver, au moyen du spectroscope, un nombre considérable de raretés. Sans parler de Na, qui semble imprégner la croûte terrestre entière, les éléments Ga, Pb, K, Mn, Ni, Cu, Rb, Sr, In, Bi, Ag, Cs, Ba, Tl et Co, qui passent pour assez localisés, sont, les uns ou les autres, présents dans les minerais d'usine tels que ceux de fer, de plomb, de zinc, les argiles. Sur 92 minerais de fer de toute provenance et de toute nature on a trouvé très fréquemment de l'argent, du rubidium, du cuivre, du gallium, de l'indium, du thallium. Cette complexité ne procède pas par vastes régions : parfois une localité diffère des autres très voisines. L'hématite d'Onaburg (Allemagne) est riche en gallium et surtout en thallium; tous les manganèses sont argentifères, souvent avec Ga, Rb, Tl, In. Les blendes sont toutes plus ou moins fortement gallo-argentifères. M. Hartley a constaté de remarquables associations métallifères : toutes les alumines et les kaolins sont gallo-chromiques.

[1] *Chem. Soc.*, 1897, p. 298.
[2] Hartley : *Chem. Soc.*, 1897, p. 533.

En Chimie on poursuit toujours l'influence des petites traces d'éléments sur les combinaisons. W. Schenstone [1] a examiné avec soin la combinaison sur ce qu'il appelle des gaz hautement purifiés et constate que les halogènes Cl, Br et I se combinent au mercure dans l'état de parfaite siccité. Par contre, l'ozone ne le fait qu'en présence d'un peu d'eau, car à la tension extrême de 0.000.000.001, que l'auteur donne pour la vapeur d'eau, l'ozonisation est sensiblement nulle. En fait, l'ozone est exceptionnellement instable en l'absence de traces d'eau.

Il n'est pas de matière plus connue que le classique iodure d'azote et cependant on n'est même pas assuré de sa formule. M. F.-D. Chataway [2] s'est efforcé de faire un choix parmi les formules admises AzH^2I, $AzHI^2$, AzI^3, simplement pour cause de vraisemblance théorique. A cet effet, une série d'analyses très rigoureuses ont été faites, non sur de l'iodure d'azote sec, trop explosible pour être manié, mais sur des quantités précises d'iode et d'ammoniaque; on dose l'ammoniaque restant, puis l'iode engagé est mesuré par l'hyposulfite de soude. Ces travaux ont conduit à la formule AzH^3I^2 comme la plus probable; certainement le rapport $Az : I^2$ a été établi. Un fait remarquable s'observe d'ailleurs : l'iodure d'azote lavé longtemps se décompose en iode pur et ammoniaque, qui disparaît dans les eaux. Cela explique qu'on ait eu bien rarement occasion d'examiner des produits de composition constante et que les opinions aient varié sur cette curieuse substance.

III. — Chimie organique.

La Chimie organique qu'on pourrait appeler classique, celle de l'analyse et de la synthèse de molécules organiques compliquées, possède aujourd'hui un outillage de transformation très satisfaisant. On dévisse une molécule inconnue et on la reconstruit selon certaines règles. Le temps passé à ce travail peut être long et exige des ouvriers habiles, des horlogers en molécules. Pour les corps très stables de la série aromatique, par exemple, les pièces se remettent assez bien en place. Pour les substances qui jouent un rôle plus intime dans les actions de vie organique, il est difficile de recons-

[1] *Chem. Soc.*, 1897.
[2] *Chem. Soc.*, Déc. 1896.

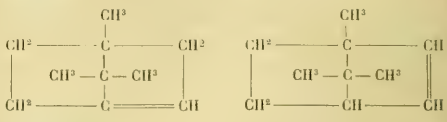
truire ce qu'on a su démolir : tout l'édifice est ébranlé dès qu'on le touche. Là sont les grandes difficultés. Mais pour les corps stables, les questions sont vite épuisées. On ne peut plus parler avec intérêt des nombreuses formes cycliques, même hétérogènes, où des éléments variés remplacent le carbone dans l'anneau organique. En principe toutes peuvent se faire. Il n'est plus possible non plus de parler des « condensations », à moins qu'on ne trouve, de temps à autre, un agent nouveau de condensation ; et toujours cette méthode conduit à des produits secondaires très abondants, qui ne sont pas en rapport avec ce que les équations prévoient. Il n'y a pas bien longtemps, les « passages » de la série grasse à la série aromatique semblaient des faits exceptionnels reliant deux Chimies distinctes, séparées par un fossé profond. Comme il reste peu de l'intérêt de ces « passages » ! La Chimie nous paraît maintenant continue et tout passe d'une série à l'autre sans nous causer de surprise. Au premier abord cela semble plus banal, mais ce sont heureusement nos vues qui s'élargissent et notre pouvoir de transformation qui augmente.

A cet égard, sans données encore précises, il existe, je crois, un pas à faire et qui consiste à voir la plupart des formules organiques ternaires modelées de mille façons avec une même argile : le glucose. On prend nettement cette impression en regardant les formules de constitution des matières colorantes des bois, des écorces et des fleurs, établies par M. Perkin et dont il a déjà été parlé. Ces cycles assemblés avec un grand nombre de fonctions CO OH et des lacunes, ne sont-ils pas des séries de molécules linéaires de glucoses qui perdent de l'eau et que nous enroulons en hexagones?

C'est encore une œuvre faite que cette dissection, qui fut si intéressante, des colorants ternaires aromatiques des végétaux. L'attention se porte plus maintenant sur la chimie fort mobile des terpènes.

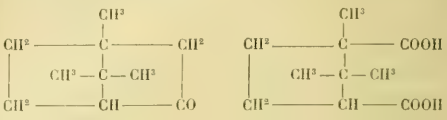
Lorsque les premières couleurs d'aniline furent trouvées, un peu par des procédés empiriques, toute l'attention des chimistes se porta sur la série de la benzine qui, grâce à cet effort, est aujourd'hui connue au point de nous laisser peu de curiosités de premier ordre. Le même mouvement se produit en ce moment. La constitution de quelques parfums a été récemment trouvée et les chimistes s'occupent avec une ardeur nouvelle de la série des terpènes. Déjà ces travaux nous ont donné des vues moins confuses sur ces corps; elles sont classifiées dans un petit volume de F. Hensler[1] qui revêt la forme si commode d'une monographie de la question. N'ayant pas à exposer ici le détail des travaux, il est nécessaire de présenter les terpènes surtout par des séries de formules de constitution équivalant à des plans moléculaires tels qu'on les conçoit en ce moment.

Il paraît acquis pour longtemps que l'isopropyle des terpènes est lié par deux points dans la formule et constitue une pièce moléculaire pouvant au besoin s'abaisser comme un pont-levis; ainsi le térébenthène et le camphène, selon les nouvelles formules de Bredt, sont représentés par :



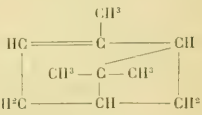
Térébenthène (Pinène). Camphène.

Du camphène on passe aisément au camphre et à l'acide camphorique :



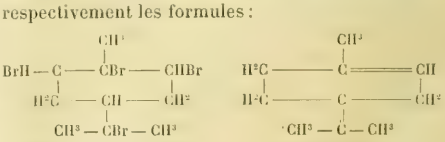
Camphre. Acide camphorique.

Toutefois, ces images ne sont pas incontestables et, quand on a lu les plus récents travaux de Baeyer[1], on incline d'une façon marquée vers ses formules. Elles sont plus compliquées; mais aussi leur mission est de représenter des constitutions plus mobiles et plus complexes que de coutume. Wallach a découvert que l'essence de térébenthine (pinène) formait directement un tétrabromure cristallisé. Je dirai incidemment que j'ai répété cette expérience. Selon Baeyer, le pinène vulgaire est



Pinène (1).

Son tétrabromure et un nouveau carbure qui en dérive, le terpinolène, fort difficile à préparer, ont respectivement les formules :



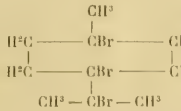
Tétrabromure de pinène (2). Terpinolène (3).

Le terpinolène augmente d'une unité le nombre des terpènes bien définis; il est une individualité chimique intéressante et peut se dériver du terpi-

[1] *Die Terpene*, Braunschweig, 1896.

[1] *Berichte*, t. XXVI et XXVII (Ortbestimmgen in Terpenreihe).

néol solide par déshydratation. Mais comment le pinène donne-t-il d'emblée du bromure de terpinolène?



Tétrabromure de terpinolène (1).

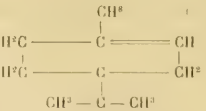
ou comment le bromure n° 2, logiquement écrit à partir du pinène, devient-il le bromure n° 4? Il n'est pas possible de le dire clairement pour l'instant. Il y a dans ces schémas un germe de progrès dans les notations chimiques. Ce fragment moléculaire à rabattement, en pont-levis, implique l'idée de *mouvement*. C'est sans doute la première ébauche dans nos formules d'une idée féconde de mécanique en opposition avec cette géométrie immobile qui sert aux représentations actuelles, de conserve avec la tautomérie, dont nous avons autrefois parlé.

C'est une prévision de mobilité dans les formules organiques. Ces représentations, selon Bredt ou Tiemann ou Baeyer, malgré leur intérêt, ne sont pas d'accord; elles ont des partisans et des adversaires. C'est qu'en effet on néglige trop d'entrer dans la voie principale de ces questions : celle de la quantité d'énergie qui existe sous le décor des formules. M. Berthelot a déjà montré, dans le cas des propylènes et des terpènes, qu'en dehors des possibilités de combinaison que montrent la disposition et la symétrie des formules, il existe des réserves d'énergie moléculaire appréciables au calorimètre et qu'un graphique ne laisse pas prévoir. Quand on sera arrivé à se mettre d'accord pour assez longtemps sur les schémas des terpènes, il faudra encore connaître la puissance dont chacun d'eux dispose et essayer de savoir, par des recherches, dans quelles réactions imprévues on peut l'engager.

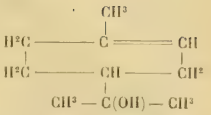
Une connaissance sérieuse des terpènes n'est pas l'œuvre de peu d'années; cependant, ce qu'on en sait suffit déjà pour aborder bien des essais pratiques dans l'industrie naissante des parfums artificiels.

Le terpinéol se produit aujourd'hui en très grandes quantités, soit par l'action directe de l'acide sulfurique sur le térébenthène, soit en traitant la terpine par ce même acide.

Le terpinéol, qui sent le muguet, peut être mélangé à divers parfums de fleurs : il sert de *substratum;* il peut être « habillé » avec de petites quantités de corps étrangers et donner alors des produits de parfumerie recevant divers noms. C'est là une matière très usitée, dont la formule se trouve rattachée à celle du terpinolène, dont il est un alcool tertiaire :

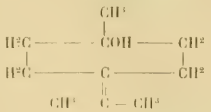


Terpinolène.



Terpinéol fusible à 35°.

Un autre terpinéol se conçoit et existe. C'est un solide fondant à 70°, dont la formule est :



La série des terpènes est la série parfumée. Outre le terpinéol, alcool tertiaire, le menthol et le bornéol sont les alcools secondaires de terpènes; la menthone, la pulégone sont des acétones de ces terpènes. Une étude des plus intéressantes et d'une étendue qui ne saurait prendre place ici, a été faite par M. Haller sur cette question des parfums [1].

De temps à autre, reparaissent des travaux sur la série si complexe des dérivés succiniques; un volume serait nécessaire pour décrire les condensations maloniques et succiniques qui ont été faites. Au seul point de vue de la Chimie générale, bornons-nous à signaler la complexité de l'éther dibenzoylsuccinique. C'était déjà un grand progrès de pouvoir dire qu'une substance $C^{20}H^{22}O^6$ a pour structure intime :

$$C^6H^5 - CO - CH - COOC^2H^5$$
$$\quad\quad\quad\quad\quad\quad | \quad\quad\quad\quad\quad\quad$$
$$C^6H^5 - CO - CH - COOC^2H^5.$$

Mais cette forme, dite tautomérique, et désignée par γ, est une acétone à point de fusion inférieur. On la connaît encore sous deux états : l'un β, acétonique, à point de liquéfaction élevé avec alternance des groupes, l'autre α est un alcool :

$$C^6H^5 - CO - CH - COOC^2H^5 \quad\quad C^6H^5 - C = C - COOC^2H^5$$
$$\quad\quad\quad\quad\quad\quad | \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad | \quad\quad\quad\quad\quad\quad$$
$$C^6H^5 - COOCH - CO - C^6H^5 \quad\quad C^6H^5 - C = C - COOC^2H^5$$
$$(\beta) \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad OH \quad (\alpha)$$

M. L. Knorr [2], autour de ces données aujourd'hui acquises, a édifié un certain nombre de substitués isomères dérivés de ces types. Une Chimie assez simple nous donne déjà ces complications. Si de telles règles et d'autres encore inconnues s'appliquent aux réactions naturelles, quand pourrons-nous nous flatter de connaître quelque chose de profond dans la vie des organismes? Ces formules se transforment sous de faibles influences; ce sont

[1] *Bulletin de la Société d'Encouragement* (mars 1897).
[2] *Annalen*, 1896 (293), p. 70.

là les débuts d'une Chimie en mouvement, comme celle de la vie.

Le Gouvernement britannique fait systématiquement étudier par son ordre, dans un laboratoire scientifique affecté aux questions économiques de ses colonies, les matières susceptibles d'application qu'elles renferment. N'est-ce pas là une situation digne d'être mentionnée? Quelle dépense coloniale peut être plus utilement faite? Dans ces conditions se poursuit, entre autres choses, une étude très complète des alcaloïdes, si mal connus, des Renonculacées, notamment des *Aconitum nappellus* et *heterophyllum* de l'Inde.

De l'*Aconitum heterophyllum* dérive l'*atisine;* de l'*Aconitum ferox du Népaul*, la pseudoaconitine.

La racine de l'*Aconitum ferox* est épuisée par un mélange de 5 parties d'alcool méthylique et 1 partie d'alcool amylique; on distille l'alcool méthylique, et de l'alcool amylique restant on tire par l'acide chlorhydrique aqueux à 1 °/₀ l'alcaloïde qu'on purifie. La pseudoaconitine est fort abonbondante dans l'*A. ferox;* elle cristallise en prismes orthorhombiques. Les extraits de racine d'aconit, si employés en médecine et si puissamment dangereux, sont variables dans leurs propriétés selon les temps, les lieux de récolte et les variétés. Les aconitines que l'on possède sous diverses marques ne sont pas semblables et il serait bien souhaitable de voir faire rapidement des travaux de physiologie sur l'atisine et la pseudoaconitine, qui paraît être le plus toxique des poisons de l'aconit. Cette base parfaitement définie est fort complexe; sa formule $C^{36}H^{49}AzO^{12}$ ne laisse aucun doute. Dès qu'on chauffe la base cristallisée, une curieuse réaction se produit : de l'acide acétique pur distille et on a de la pyropseudoaconitine $C^{34}H^{45}AzO^{10}$. La solution aqueuse du sulfate en vase clos à 130° donne lieu à un dédoublement quantitif avec le concours de l'eau :

$$\underbrace{C^{36}H^{49}AzO^{12}}_{\text{Pseudo-aconitine.}} + H^2O = \underbrace{C^{34}H^{47}AzO^{11}}_{\text{Vératrylpseudoaconitine.}} + \underbrace{C^2H^3-CO^2H}_{\text{Acide acétique.}}$$

Par la soude alcoolique, la vératrylpseudoaconitine se dédouble à son tour en acide vératrique et pseudaconine :

$$C^{34}H^{47}AzO^{11} + H^2O = \underbrace{C^6H^3(OCH^3)^2CO^2H}_{\text{Acide vératrique.}} + \underbrace{C^{28}H^{39}AzO^8}_{\text{Pseudaconine.}}$$

Les auteurs de cet intéressant travail[1] n'admettent pas, d'après ces faits nouveaux, les formules de Freund[2], et, pour le présent, les expressions ci-dessus, appuyées sur des dédoublements, sont désignées pour servir de base de discussion.

De plus en plus on s'aperçoit que la Nature, qui ne peut faire sa chimie organique à haute température, amorce ses actions incessantes par des traces de corps étrangers qui sont ce que le fulminate est à la poudre. Du côté biologique, M. Bertrand a montré récemment[3] que le manganèse favorise les oxydations des matières en vie.

Une matière intéressante dans le groupe probablement en nombre indéfini des albumines, est décrite par A. Michel[4]. Le sang de cheval paraît être assez peu riche en globulines. On traite le sérum de ce sang par un égal volume de solution saturée de sulfate d'ammonium; après repos, la globuline se dépose; l'eau-mère est alors additionnée de sulfate d'ammonium jusqu'à commencement de trouble, et peu à peu on voit se déposer des cristaux faciles à purifier par dissolution dans l'eau et reprécipitation. Le sérum-albumine du cheval est en lames hexagonales biréfringentes, ayant la curieuse propriété de se coaguler à 51° sans altération de forme, mais en perdant leur solubilité et leur action optique. Selon A. Grüber, parmi les autres sangs qu'il a examinés, le sang de lapin présente seul cette même propriété. Comme on peut avec le cheval obtenir de grandes quantités de cette matière bien définie, on aura là sans doute une base sérieuse pour commencer l'étude des dédoublements délicats des albumines dont nous connaissons déjà les pièces fondamentales par les belles recherches du regretté P. Schützenberger.

Assurément la Chimie organique entre dans une ère nouvelle, elle sort du cadre des combinaisons de laboratoire, mosaïques faites à plaisir et qui depuis longtemps ne nous ont pas révélé de lois nouvelles. Il se fait en ce moment une Chimie du plein air.

A. Étard,
Docteur ès sciences,
Répétiteur de Chimie
à l'École Polytechnique.

[1] W.-R. Dunstan et F.-H. Care : *Chem. Soc.*, 1897.
[2] *Berichte*, 29, p. 852.
[3] *Comptes Rendus*, 1897.
[4] *Chem. Centralbl.*, 1896, p. 737.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Baillaud (B.), *Doyen honoraire de la Faculté des Sciences de Toulouse, Directeur de l'Observatoire de Toulouse.* — **Cours d'Astronomie**, *à l'usage des étudiants des Facultés des Sciences.* 2e *Partie :* Astronomie sphérique. Mouvements dans le système solaire. Éléments géographiques. Éclipses. Astronomie moderne. — 1 *vol.* in 8° *de* 320 *pages avec* 72 *fig.* (*Prix :* 15 *fr.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1897.

C'est en exprimant le désir de voir s'augmenter la somme des connaissances demandées à la licence, en matière d'Astronomie, que M. Baillaud commence le second volume de son *Cours d'Astronomie* à l'usage des étudiants des Facultés des Sciences. Par leur élasticité, les nouvelles dispositions adoptées pour conférer la licence mathématique répondent à ce souhait, laissant aux candidats la liberté de faire entrer la Mécanique céleste dans la composition de leur programme. Ce livre nouveau, écrit en vue de faire pénétrer dans l'enseignement les portions les plus importantes de l'Astronomie mathématique, arrive donc au moment propice. Par sa clarté, son extrême richesse, il est appelé à recevoir un accueil favorable du public spécial auquel il est destiné, aussi bien que des personnes portées par goût ou par profession à s'occuper des phénomènes célestes.

Un des buts principaux de l'Astronomie est de déterminer à tout instant la direction dans laquelle un astre donné est vu d'un point de la surface de la Terre. Les planètes et la Lune étant mises à part, cette direction varie à chaque instant d'après une loi, en apparence très simple, que l'observation à l'œil nu a fait connaître de tout temps et à laquelle on a donné le nom de loi du mouvement diurne. Il a fallu de longues suites d'observations et des instruments précis pour reconnaître que le mouvement de rotation de la sphère céleste autour de l'axe du monde, n'est pas seul à entraîner les étoiles. La position de ces astres est à chaque instant modifiée par d'autres causes dont l'influence reste très petite pendant fort longtemps. La situation d'une étoile dans le ciel, rapportée à des points de repère pris sur la surface de la Terre, peut ainsi être regardée comme une fonction de plusieurs variables dans laquelle les faibles perturbations connues et inconnues du mouvement diurne constituent des accroissements. Le premier terme du développement de cette fonction par la formule de Taylor représente l'effet du mouvement de rotation uniforme de la sphère céleste autour de l'axe du monde supposé fixe. Le second contient la somme des petits écarts perturbateurs pris isolément.

Le troisième terme et les suivants dépendent des puissances supérieures à l'unité et des produits des perturbations; ils sont inaccessibles aux observations les plus précises pendant des siècles entiers et n'ont pas à entrer en ligne de compte dans les recherches astronomiques.

Les phénomènes qui influent sur la direction des étoiles peuvent donc être étudiés séparément et leurs effets ajoutés algébriquement à celui du mouvement diurne. Le cas des astres mobiles est plus complexe parce qu'il faut, au préalable, tenir compte de leur déplacement considérable à travers les constellations.

C'est par l'étude de ces perturbations du mouvement diurne que M. Baillaud entame son sujet, après avoir décrit les différents systèmes de coordonnées auxquels les astronomes rapportent les astres. Il consacre tout d'abord un chapitre à la réfraction astronomique. L'influence de la position de l'observateur à la surface de la Terre sur la direction dans laquelle on voit un astre rapproché est ensuite étudiée dans le chapitre m réservé aux parallaxes. Le suivant fait connaître les effets de l'aberration des fixes et d'une autre aberration particulière aux astres mobiles, due à la non-instantanéité de la propagation de la lumière.

Admettant les résultats fournis par la théorie du mouvement de la Terre autour de son centre de gravité, l'auteur donne les formules qui permettent de comparer les observations d'un même astre faites à des époques différentes en s'affranchissant des effets de la précession, de la nutation, du déplacement séculaire de l'écliptique et du mouvement propre.

Avec le chapitre vi, réservé au mouvement du Soleil, à l'équation de Képler, à la définition du temps moyen, au calendrier, on pénètre dans l'Astronomie planétaire à laquelle la plus grande partie de l'ouvrage est consacrée. L'explication du mouvement apparent des planètes et la détermination de leur position d'après les lois de Képler, occupent quelques pages. Le problème de la détermination des éléments de l'orbite d'un astre mobile se pose alors de lui-même. M. Baillaud entre dans des détails très étendus sur ce sujet, qu'il traite avec la plus grande clarté. Il expose les méthodes de Gauss et d'Oppolzer pour la détermination des éléments des orbites elliptiques, connaissant trois observations complètes. La méthode d'Olbers, spécialement destinée à fournir les éléments des orbites paraboliques, est également développée avec toute l'étendue qu'elle comporte. Incidemment M. Baillaud parle de la formation des queues de comètes et des relations, aujourd'hui bien démontrées, qui existent entre certaines comètes périodiques et quelques essaims d'étoiles filantes.

La méthode de Laplace, conçue en vue de la détermination des éléments d'une orbite quelconque, d'une exposition d'ailleurs très simple, est peu appréciée des calculateurs, malgré les perfectionnements qu'y a introduits Villarceau.

En réalité, cette méthode ne donne pas les résultats que l'on pourrait en attendre, et ce fait constitue un exemple frappant d'une théorie admirable qui ne répond qu'imparfaitement aux besoins des applications. M. Baillaud n'a pas cru devoir en faire mention dans son ouvrage.

Les questions de Mécanique céleste étudiées dans le volume se rapportent à la détermination des perturbations planétaires par la méthode de Lagrange, dite de la variation des constantes arbitraires, qui a servi à Le Verrier pour édifier toute la théorie du système solaire. L'auteur entre ensuite dans des détails étendus concernant le calcul numérique des perturbations planétaires par quadratures mécaniques. Cette partie de l'ouvrage se termine par une théorie abrégée des principales mégalités de la Lune et des satellites de Jupiter. Elle est suivie de la description de la figure de la Terre d'après les travaux modernes. M. Baillaud expose les méthodes géodésiques et les moyens employés pour déterminer la différence de longitude de deux stations et les variations de la latitude en un point de la surface du globe. Il donne les résultats actuels du nivellement géodésique de l'Europe, avant de passer au problème des cartes géographiques.

La dernière partie du livre est consacrée à l'Astronomie physique : phases, éclipses, mouvements de rotation, photographie, photomètre, spectroscopie. M. Baillaud a rassemblé à dessein toutes ces questions à la fin de son ouvrage, afin de faire profiter le lecteur des derniers progrès accomplis.

Cette courte analyse montre suffisamment que toutes les questions astronomiques de quelque importance ont trouvé place dans ce livre, malgré son cadre nécessairement limité. M. Baillaud s'était proposé d'écrire un traité condensé à la portée des étudiants; il a réussi dans son entreprise, grâce à son érudition et à ses qualités de professeur éminent. Son ouvrage est destiné à prendre rang parmi les meilleures publications didactiques parues dans ces dernières années.

MAURICE HAMY,
Astronome à l'Observatoire de Paris.

2° Sciences physiques

Annales de l'Observatoire météorologique du Mont-Blanc, *publiées sous la direction de* M. **J. Vallot**, *Fondateur et Directeur de l'Observatoire. — Tome II, 1 vol. in-8° de 258 pages avec 7 planches et 119 figures. G. Steinheil, éditeur. Paris*, 1897.

Le nouveau volume des *Annales de l'Observatoire du Mont-Blanc* que M. Vallot vient de faire paraître, trois ans après le premier, ne contient pas moins de douze mémoires ou notes; nous ne signalerons donc que les plus importants.

Un quart du volume environ est consacré à la publication intégrale, heure par heure, des observations barométriques faites simultanément à Chamonix (1.088 mètres), aux Grands-Mulets (3.021 mètres), et à la station des Bosses (4.359 mètres), pendant la saison d'été des trois années 1890, 1891 et 1892. M. Vallot promet de donner, dans un très prochain volume, les observations analogues faites sur la température et l'humidité. C'est alors seulement qu'il sera possible d'étudier l'ensemble de ces observations; mais on peut être assuré que les résultats de ces études seront des plus intéressants; c'est la première fois, en effet, que l'on recueille en Europe, à cette altitude, des observations aussi longues et aussi complètes. Il paraîtra seulement regrettable que l'on n'ait pas ajouté au détail des observations, les valeurs moyennes pour les principales périodes, ce qui aurait grandement facilité la discussion.

Une autre partie très importante de l'ouvrage est consacrée à l'exposition et à la discussion des observations actinométriques faites simultanément à Chamonix et au Mont-Blanc, par M. J. Vallot et Mme Gabrielle Vallot. M. Vallot croit pouvoir conclure, de l'ensemble de ces observations, que la constante solaire est voisine de 1,7, nombre beaucoup plus petit que les valeurs obtenues dans ces dernières années par d'autres observateurs. Cette conclusion a soulevé une discussion dans l'examen de laquelle il n'y a pas lieu d'entrer ici; il me semble, du reste, que le sommet du Mont-Blanc n'offre peut-être pas, pour les mesures actinométriques, des conditions aussi favorables qu'on le suppose généralement. Les neiges perpétuelles qui le recouvrent déterminent, en ce point, des conditions de température et d'humidité sûrement très différentes de celles qu'on observerait au même niveau dans l'air libre ou sur un sommet privé de neige; et il n'est nullement impossible que ces conditions toutes spéciales n'aient, dans beaucoup de cas, une grande influence.

Au cours de leurs expériences, M. et Mme Vallot ont eu l'occasion de faire une série très complète de mesures actinométriques pendant l'éclipse de Soleil du 17 juin 1890. La quantité de chaleur reçue par l'actinomètre, qui était de 1,15 environ avant et après l'éclipse, est tombée à 0,62 au moment de la phase maximum de l'éclipse, soit une diminution de près de moitié, tandis que la diminution prévue, en raison de la proportion éclipsée de la surface solaire, n'aurait dû être que d'un cinquième. Cette différence est attribuable à des nuages qui ont voilé momentanément le ciel vers le milieu de l'éclipse; il serait très intéressant de recommencer des observations analogues, pour décider si cette apparition de nuages légers pendant l'éclipse est un phénomène général, comme le suppose M. Vallot.

Nous indiquerons encore parmi les travaux scientifiques contenus dans ce volume, une note sur la constitution pétrographique du massif du Mont-Blanc, par MM. L. Duparc et J. Vallot, et enfin les mémoires de MM. H. et J. Vallot sur les déterminations topographiques qu'ils poursuivent depuis plusieurs années et qui doivent les conduire à publier une carte au 20.000e de tout le massif. On lira, notamment, avec un grand intérêt, la description de l'appareil photographique qui a été imaginé spécialement par les auteurs pour exécuter la topographie de détail et remplacer le levé à la planchette qui présentait, dans cette région, des difficultés à peu près insurmontables.

La variété et l'intérêt des questions traitées dans ce volume font vivement désirer la publication du suivant. Il est bon d'ajouter que les dépenses considérables occasionnées par ces travaux sont toutes supportées par M. Vallot; il a consacré ainsi à l'étude du Mont-Blanc sa fortune et son temps, risquant à chaque instant sa santé et même davantage, car ces ascensions répétées en montagnes ne sont pas toujours exemptes des plus graves dangers.

A. ANGOT,
Chef de service
au Bureau Central Météorologique.

De Perrodil (C.), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **Le Carbure de Calcium et l'Acétylène. Les fours électriques.** (*Avec une Préface de* M. H. MOISSAN, *de l'Institut.*) — *1 vol. in-18 de 320 pages avec 77 fig.* (*Prix : 7 fr.*) *P. Vicq-Dunod et Cie, éditeurs. Paris*, 1897.

Dans la préface de l'ouvrage, M. H. Moissan nous signale l'importance croissante prise dans ces dernières années parce qu'on appelle la « Chimie des hautes températures »; il nous montre surtout comment les expériences réalisées en petit par quelques savants sont entrées bien vite dans la pratique industrielle : le four électrique a passé du laboratoire à l'usine et il permet aujourd'hui la production en grand de plusieurs composés importants parmi lesquels le carbure de calcium occupe le premier rang à cause de son emploi dans la fabrication de l'acétylène.

L'ouvrage de M. de Perrodil commence par un historique de la question, puis les modes de préparation de l'acétylène en dehors du carbure de calcium sont brièvement mentionnés. Un chapitre important est alors consacré aux propriétés physiques et chimiques de l'acétylène; la liquéfaction, l'explosivité, la toxicité sont spécialement étudiées.

Passant à la préparation du carbure, l'auteur indique les différents types de fours électriques, depuis celui de Siemens jusqu'à celui de M. Moissan, les matières premières employées, la marche et les résultats de la réaction, et les prix de revient. Quelques usines importantes (Spray, Froges, Niagara) sont l'objet d'une mention spéciale.

La description des appareils générateurs d'acétylène à partir du carbure et les conditions particulières de l'éclairage au moyen du nouveau gaz terminent le volume.

L. B.

Marqfoy (Gustave), *Auteur de la République.* — **Loi des équivalents et théorie nouvelle de la Chimie.** — *1 vol. in-8° de 500 pages.* (*Prix* : 7 fr. 50.) *G. Masson, éditeur. Paris*, 1897.

La *Revue* est bien incompétente pour apprécier ce savant ouvrage qui lui est adressé par l'auteur, car c'est surtout une doctrine métaphysique et non une œuvre expérimentale qui y est exposée. Aussi se borne-t-elle à en signaler l'intérêt.

Le Chatelier (H.), *Ingénieur en Chef des Mines, Professeur à l'Ecole supérieure des Mines.* — **Recherches sur la Dissolution.** — *1 brochure in-8° de 92 pages* (*Extrait des* Annales des Mines, *février* 1897). *P. Vicq-Dunod et Cie, éditeurs. Paris*, 1897.

3° Sciences naturelles

Hamy (Dr E.-T.). *Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.* — **Etudes historiques et géographiques.** — *Un vol. in-8° de 480 pages contenant 10 cartes hors texte et 21 figures.* — *Leroux, éditeur. Paris*, 1897.

Dans ce volume, M. Hamy a réuni, en les retouchant, vingt études relatives à l'histoire de la Géographie, qu'il avait primitivement publiées dans divers recueils scientifiques. Elles se rapportent à des époques très différentes. Au début de la première, les *Origines de la Cartographie de l'Europe septentrionale*, l'auteur expose l'état des connaissances géographiques des Italiens sur les pays baignés par l'Atlantique et la Manche au XIIIe siècle. La dernière est une notice sur *Nicolas Martin Petit*, et les dessins qu'il rapporta de Tasmanie et d'Australie pendant la campagne de la corvette « Le Géographe », de 1801 à 1804.

Il y a ainsi une grande variété dans la nature des sujets traités. Une étude, par exemple, est consacrée à l'*Histoire des marques commerciales au XIVe siècle*, une autre aux expéditions des *Français au Spitzberg au XVIIe siècle*, une troisième à la célèbre polémique qui s'éleva entre le capitaine Cook et l'hydrographe anglais Dalzymple, relativement à l'existence du continent austral et qu'ici même nous avons naguère brièvement exposée[1].

Mais c'est aux découvertes des Portugais et des Castillans, ainsi qu'aux travaux de leurs cartographes, que revient le plus volontiers M. Hamy. Il expose, par exemple, comment les Portugais, partis de Malacca, découvrirent les Moluques, comment les Espagnols découvrirent les Carolines, et comment ils étaient pleinement dans leur bon droit pour réclamer la possession de cet archipel qu'en 1885 les Allemands prétendaient leur disputer. Il nous raconte encore les aventures du « Descobridor Godinho de Eredia », dont la vie s'écoula dans les Indes Orientales, au moment capital dans l'histoire de l'expansion européenne en Extrême Orient, où les Hollandais supplantaient les Portugais dans la possession des îles de la Sonde. D'autres articles sont consacrés à des commentaires d'anciennes cartes espagnoles.

Cet ouvrage témoigne de l'étendue vraiment extraordinaire des connaissances de l'auteur. Dans ce temps où la science se divise à l'extrême, où il se crée des spécialités dans les spécialités, où des existences laborieuses s'usent dans l'exploration d'une région très limitée de l'Inconnu, M. Hamy apparaît avec une originalité : c'est un esprit encyclopédique.

Bien loin de rester l'œil toujours fixé sur le même endroit de l'horizon, sa vue se pose successivement sur des points fort distants les uns des autres.

La profondeur de l'érudition de M. Hamy est bien connue de tous ceux à qui il a été donné d'user de son obligeance et de le consulter dans leurs recherches. Elle se manifeste publiquement par la réunion des études variées qui composent cet ouvrage.

M. Hamy est doué aussi d'une sorte de sens divinatoire, qui le guide dans ses explorations des dépôts d'archives. Il possède naturellement le don d'y faire des trouvailles et d'y découvrir des pièces que personne ne s'était avisé de mettre au jour avant lui. Aussi n'y a-t-il guère d'étude dans cet ouvrage, dont les conclusions ne soient appuyées sur quelque pièce inédite.

Il sera lu avec profit par tous ceux qui s'intéressent à l'histoire de la découverte du globe, par tous ceux qui aiment à suivre les efforts persévérants qu'ont accomplis les hommes pour reconnaître la configuration de la Terre, depuis les voyageurs des temps anciens jusqu'aux explorateurs, nos contemporains, qui nous livrent les derniers secrets de l'Afrique équatoriale et des régions arctiques. HENRI DEHÉRAIN.

[1] *Revue gén. des Sciences*, 1895, p. 627.

Sappin-Trouffy (M.), *Préparateur à la Faculté des Sciences de Poitiers.* — **Recherches histologiques sur la Famille des Urédinées.** (*Thèse de Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *1 vol. in-8° de 190 pages, avec 70 fig. Oudin et Cie, 4, rue de l'Eperon. Poitiers*, 1897.

Depuis les beaux mémoires de Tulasne et de de Bary, les Urédinées ont attiré l'attention de nombreux botanistes qui se sont proposé soit de rechercher de nouvelles espèces pour arriver à mieux établir les affinités de celles déjà connues, soit de déterminer les migrations si curieuses de ces parasites d'un hôte sur un autre. La nature de l'organe hibernant, la téleutospore, est diversement appréciée par les auteurs; c'est une baside enkystée, une probaside pour M. van Tieghem, une vraie spore pour M. Vuillemin. Cependant, Schmitz a découvert la présence de plusieurs noyaux dans les cellules du thalle des Urédinées, M. Rosen retrouve deux noyaux dans les écidiospores, urédospores et téleutospores, et MM. Dangeard et Sappin-Trouffy ont vu dans la téleutospore les deux noyaux voisins se fusionner en un seul, et ils en ont conclu l'existence d'une pseudo-fécondation. Mais, MM. Poirault et Raciborski interprètent ce phénomène d'une manière toute différente et fort originale : les deux noyaux qui se fusionnent dans la téleutospore ne sont pas des noyaux frères; ils appartiennent à deux lignées différentes, sont deux « noyaux conjugués », dont la division est synchronique, et leur fusion finale dans la téleutospore est simplement l'anaphase finale de karyokinèses successives et incomplètes.

Les Urédinées étant considérées jusqu'à présent comme des champignons asexués, on voit tout l'intérêt de la question. M. Sappin-Trouffy s'est proposé, dans sa thèse, de montrer que la fusion des noyaux dans la téleutospore est une véritable fécondation. Son livre comprend deux parties : dans la première, il étudie successivement, au point de vue spécial du noyau, le mycélium et les différentes sortes de spores chez dix genres et chez plusieurs espèces de chaque genre; on y trouve en outre des dessins semi-schématiques de coupes à travers les sores, et d'intéressants renseignements sur les suçoirs qui sont bien développés. La deuxième partie est le résumé et l'interprétation des faits acquis dans la première.

Chez les espèces qui possèdent quatre sortes d'appareils reproducteurs, on constate que le mycélium, produit par la germination de la sporidie (qui provient de la téleutospore), est formé de cellules à un seul noyau jusqu'à la formation des écidies. A partir de ce moment il y a, dans chaque cellule ou article, deux noyaux entiers, chacun à deux chromosomes, qui plus tard se diviseront simultanément de manière à constituer deux lignées parallèles. Par suite, les spermaties ou écidiolispores ont un seul noyau, et les écidiospores en ont deux. Les cellules du filament produit par la germination d'une écidiospore, les urédospores et les cellules du filament qui proviennent de leur germination, la cellule ou les cellules qui constituent une téleutospore renferment chacune deux noyaux, continuation des deux lignées précédentes. Puis, les deux noyaux de la téleutospore se fusionnent en un seul. Chaque téleutospore, ou chaque cellule de la téleutospore, si celle-ci est composée, est donc un œuf dont le noyau a quatre chromosomes. L'œuf germe en un promycélium qui produit les sporidies, et la première figure karyokinétique n'a plus que deux chromosomes deux fois plus grands que dans les noyaux végétatifs, puis, la deuxième division se produisant sans période de repos, les noyaux de la seconde génération ont moitié moins de substance chromatique que les précédents: Il y a donc une réduction de la substance chromatique, mais celle-ci, au lieu de se faire avant la fécondation, comme dans les exemples classiques, se fait après.

Les résultats obtenus par M. Sappin-Trouffy dans cette difficile étude semblent donc bien concluants. Si

cependant on arrivait à les interpréter dans un sens différent, la thèse de l'auteur n'en resterait pas moins un travail de mérite, et qui fait honneur à la Faculté des Sciences de Poitiers. C. Sauvageau,

Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Lyon.

Desmoulins (A.), *Chimiste-préparateur au Laboratoire agronomique de Blois.* — Procédés de conservation des denrées et produits agricoles. — 1 *vol. in*-18° *de* 170 *pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté. (Prix : broché,* 2 *fr.* 50 ; *cartonné,* 3 *fr.) G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris,* 1897.

L'ouvrage de M. Desmoulins est le développement d'une étude qui a été présentée au Concours national de Lyon organisé par le Comité de vulgarisation industrielle et agricole de cette ville, et qui a remporté le premier prix.

L'auteur a été conduit à réunir les documents que l'on trouve dans ce volume, par les difficultés qu'on éprouve à faire des recherches dans les divers traités. M. Desmoulins a certainement fait œuvre utile en nous évitant ces recherches.

Son livre comprend d'abord l'exposé des principes et de la pratique de la conservation des grains, des tubercules et des racines, des légumes et des fruits; passant aux boissons, il étudie les précautions à prendre pour conserver le vin, le cidre, le vinaigre, le lait; enfin la conservation des fourrages et la fabrication des conserves alimentaires susceptibles d'être préparées à la ferme font l'objet des derniers chapitres. Tous ces divers exposés sont présentés d'une façon très claire; la théorie précède toujours l'application et vient expliquer les divers modes de conservation employés ou recommandés; de plus, le livre de M. Desmoulins est conçu dans un sens essentiellement pratique qui en facilitera la lecture et qui aidera puissamment à le répandre dans le milieu rural intelligent auquel il est destiné. A. Hébert.

4° Sciences médicales

Legrain (Dr M.) — Des anomalies de l'instinct sexuel et en particulier de l'inversion du sens génital. — 1 *vol. in*-8° *de* 64 *pages. G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris,* 1897.

On connaît la classification donnée par Magnan des anomaux sexuels qu'il divise en spinaux, spinaux cérébraux postérieurs, spinaux cérébraux antérieurs et cérébraux antérieurs. M. Legrain s'est attaché à faire la critique de cette classification; il s'est efforcé de montrer qu'il était rare qu'un même malade n'appartînt pas, simultanément ou à des phases diverses de l'affection dont il était atteint, à plusieurs de ces groupes, qui, d'après lui, correspondent plutôt, si l'on met à part les spinaux, à des ensembles cohérents de syndromes pathologiques, manifestation d'un même état fondamental, qu'à des entités morbides distinctes.

Les multiples perversions d'anomalies génitales se peuvent toutes ramener en réalité à des déviations pathologiques de l'instinct de reproduction. Le mécanisme cérébral tout entier semble toujours intéressé dans ces désordres de la fonction génitale et ce que l'on peut seulement dire, c'est que dans telle ou telle forme clinique, c'est tel ou tel rouage qui est plus complètement faussé. M. Legrain publie l'observation très détaillée et très complète d'un inverti sexuel, porteur de troubles multiples, à l'appui de la thèse qu'il soutient et il analyse à la fois cliniquement et psychologiquement ces diverses syndromes par lesquels se sont manifestées chez lui les perversions de l'instinct génital. Il le considère « comme un véritable hermaphrodite chez lequel les caractères féminins l'emportent sur les autres ». Tel est au reste l'aspect sous lequel tous les invertis apparaissent à M. Legrain, qui regarde les types divers d'inversion comme des variétés diverses d'hermaphrodisme. Cette anomalie, tantôt psychique seulement, tantôt psychique et physique à la fois, entraîne avec elle et au degré où elle existe elle-même la neutralité et l'anorexie sexuelles. La reproduction n'est plus la fin inconsciente où tendent les actes de l'inverti; l'instinct sexuel est profondément dévié et c'est seulement à se procurer des jouissances, des sensations d'un ordre particulier qu'il s'efforce; l'appétence génitale a remplacé l'appétence sexuelle.

L'intéressant mémoire de M. Legrain est venu heureusement compléter et rectifier sur certains points les nombreux travaux relatifs à la pathologie sexuelle, mais il laisse intacte l'analyse clinique de Magnan qui n'avait voulu donner de ces phénomènes morbides, complexes et embrouillés, qu'une sorte de classification schématique. L. Marillier,

Agrégé de l'Université.

5° Sciences diverses

Merz (John, Théodore). — A History of the European Thought in the nineteenth century. 1er *vol.* — 1 *vol. in*-8° *de* 458 *pages. William Blackwood and Sons, éditeurs. Edinburgh and London,* 1897.

Ce livre — le premier d'une série à paraître — mérite tout particulièrement d'être signalé aux lecteurs français. Par son objet et sa méthode il se distingue de la façon la plus marquée de tous les ouvrages de philosophie ou d'histoire qui nous tombent couramment sous les yeux. L'auteur a en vue l'histoire de la pensée européenne au XIXe siècle; et il ne craint pas de comprendre sous ce mot, — à côté de la pensée philosophique et de la pensée esthétique, qui s'exprime par l'art, la poésie, la littérature, — la *pensée scientifique.* C'est celle-ci qui fait l'objet du volume paru.

Qu'on ne croie pas d'ailleurs qu'il soit ici question de présenter une sorte d'encyclopédie des connaissances humaines acquises durant ce siècle. L'esprit philosophique de l'auteur ne s'en contenterait pas. Ce qui l'attire principalement, c'est l'étude des idées fécondes, des grands courants, qui, sous des formes variées, ont abouti à la formation de la Science contemporaine. — Trois chapitres, du plus haut intérêt, font admirablement sentir les tendances spéciales distinctes qui ont caractérisé, surtout dans la première moitié de ce siècle, l'esprit scientifique en France, en Allemagne, en Angleterre. L'auteur insiste sur le rôle qu'a joué la France dans le développement et la propagation des Sciences exactes, — rôle favorisé par la création de ses Académies et de ses grandes Ecoles. Il s'attache, dans quelques pages très curieuses, à démêler tout ce qu'il y a de complexe et de riche dans la notion germanique de la *Wissenschaft*, et fait ressortir ce que la Science allemande doit à ses Universités. Enfin, il caractérise, en quelques traits précis, la Science anglaise par son individualisme et sa tendance pratique.

Une fois marquées ces tendances spéciales qui vont concourir à former la Science contemporaine, l'auteur aborde celle-ci, en distinguant la conception astronomique et la conception atomique de la nature, et présentant une étude historique approfondie, d'une part de toutes les théories qui se rattachent à la loi de Newton, — d'autre part, de toutes les connaissances qu peuvent se grouper autour de la conception atomique.

Dans ce livre, si profondément original, où les titres mêmes et sous-titres des chapitres sont étonnamment suggestifs, une qualité domine, à laquelle nous sommes particulièrement heureux de rendre hommage : c'est un très grand effort de sincérité et d'impartialité. Aussi nous sentirons-nous à l'aise pour demander à l'auteur s'il n'a pas quelque peu exagéré l'influence de Bacon sur la marche de la Science moderne, et s'il a vraiment donné la place qu'ils méritent, dans un livre comme celui-ci, aux noms de Galilée et de Descartes, pour le XVIIe siècle, et à celui de Claude Bernard, dans le nôtre. G. Milhaud,

Chargé de Cours à la Fac. des Lettres de Montpellier.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 Juin 1897.

La Section de Géographie et Navigation présente la liste suivante de candidats à la place déclarée vacante par le décès de M. d'Abbadie : en première ligne, M. **Hatt**; en seconde ligne, MM. **de Bernardières**, **Bertin** et **Caspari**; en troisième ligne, MM. **Angot** et **Lallemand**.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Boussinesq** donne un exemple de vérification expérimentale de la théorie de l'écoulement graduellement varié dans les canaux découverts. — M. **A. Pellet** étudie les surfaces dont les lignes de courbure forment un système isométrique. — M. **Paul Painlevé** démontre que, si la fonction de forces U $(x, \ldots\ldots, x_n)$ est nulle et maxima pour $x_1 = x_2 = x_n = 0$, et si son développement commence par des termes de degré supérieur au second, il existe, dans le voisinage de la position d'équilibre, une infinité de petits mouvements périodiques, réels et distincts; mais la période de ces mouvements tend vers l'infini quand leur amplitude tend vers zéro. — M. **J. Andrade** adresse deux notes ayant pour titres : « La Géométrie de Lobatchewsky et la Statique » et « Applications de la méthode de Poinsot à la Statique non euclidienne ». — M. **P.-E. Touche** adresse un mémoire : Sur le calcul de la résistance de l'air à un disque pour une vitesse de 20 mètres par seconde.

2° Sciences physiques. — M. **Michel Vénukoff** donne les résultats d'observations météorologiques faites en Mandchourie et dans les pays voisins. Ils montrent l'influence prépondérante de la mer du Japon dans la distribution de l'humidité. — M. **J. Jaubert** a étudié la variation de la température à la surface de sols de différentes natures : sol dénudé, sol bitumé, sol pavé en bois, sol pavé en grès et sol gazonné. — MM. **E. Ducretet** et **L. Lejeune** décrivent un nouvel interrupteur à mercure pour les fortes bobines de Ruhmkorff; il est susceptible d'une grande vitesse, variable dans des limites très étendues. — M. **Michel Petrovitch** envisage une réaction chimique se passant entre m liquides et donnant naissance à n produits. Il indique une loi approchée de variation de la température du mélange avec les quantités dépensées des corps actifs et calcule le temps nécessaire pour que le mélange acquière une température donnée. — M. **A. Besson** a obtenu le triiodure de phosphore pur en faisant réagir HI sec sur PCl^3 soit seul, soit en dissolution dans CCl^4. Il a également constaté que la transformation du phosphore blanc en phosphore rouge par action de présence de l'iode est due à la formation d'une combinaison instable P^4I^4 qui se détruit ensuite. — M. **A. Villiers** a trouvé que, lorsqu'un corps oxydable se trouve dans un milieu susceptible de fournir de l'oxygène, mais dans des conditions telles que l'oxydation ne commence pas encore ou se produise très lentement, l'addition d'une trace d'un sel de manganèse détermine ou accélère la réaction. Avec des corps de la série aromatique et en présence d'acide chlorhydrique, il se forme généralement des dérivés chlorés. — M. **A. Etard**, poursuivant ses études sur les chlorophylles, est arrivé à de nouvelles conclusions : Le nombre des bandes chlorophylliennes et la longueur d'onde de leur axe moyen peuvent, par la méthode des dilutions limites, être comptées exactement et servir à caractériser l'espèce chimique. La diversité des chlorophylles se démontre par la longueur d'onde des axes de leurs bandes préexistantes ou provoquées par l'action des réactifs. La bande fondamentale des chlorophylles n'est pas toujours uniformément obscure, elle peut être double ou triple. — M. **G. Bertrand** a constaté que, sous l'influence des sels de manganèse, un grand nombre de corps organiques s'oxydent aux dépens de l'oxygène de l'air; il attribue ce phénomène à l'hydrolyse du sel manganeux. Il se forme du protoxyde de manganèse, qui attire un atome d'oxygène pour se transformer en bioxyde, tandis que l'autre atome d'oxygène de la même molécule se porte sur le corps organique. — MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens** ont constaté que lorsqu'on fait passer de l'éthylène sur du nickel récemment réduit et chauffé au-dessus de 300°, il se forme un mélange d'éthane, de formène et d'hydrogène, ainsi que du carbone. Lorsqu'on fait passer sur le nickel des mélanges égaux d'éthylène et d'hydrogène, on obtient de l'éthane sensiblement pur. — M. **G. Blanc**, ayant chauffé l'acide isolauronolique avec l'acide sulfurique concentré, a obtenu de l'acide sulfocamphorique. Il a préparé également le cyanure d'isolauronolyle et le nitrile isolauronolique. — M. **R. Chevastelon** a étudié l'action de l'acétylène sur l'azotate d'argent en solution aqueuse. Une molécule d'acétylène réagit sur trois molécules d'azotate d'argent, en décompose deux et fixe la troisième; il se forme de l'acide azotique et le composé $C^2Ag^2AzO^3Ag$. — M. **A. Aignan** donne un procédé de détermination de l'huile de résine se trouvant en petite quantité dans l'essence de térébenthine. On distille l'essence, qui passe presque pure au commencement; l'huile de résine s'accumule dans le résidu et, comme elle est dextrogyre, elle modifie considérablement le pouvoir rotatoire de l'essence (lévogyre) qui reste. — Mlle **J. Chauliaguet**, MM. **A. Hébert** et **F. Heim** ont isolé les principes actifs de quelques Aroïdées. Ils ont trouvé une saponine, dont l'injection détermine des effets analogues à ceux produits par les saponotoxines, et une base volatile, qui n'est autre qu'un alcaloïde ayant les plus grandes analogies avec la conicine de ciguë.

3° Sciences naturelles. — M. **J.-P. Morat** étudie le grand sympathique et ses centres trophiques et montre qu'il a la même constitution fondamentale que les autres ensembles nerveux. — M. **B. Danilewsky** est parvenu à produire l'excitation des nerfs par des radiations électriques d'une fréquence et d'une force suffisantes. — M. **G. Bardet** a constaté que les rayons X produisent toujours une action lumineuse sur la rétine quand l'observateur est placé dans une obscurité complète. — M. **d'Arsonval** ajoute que des sensations lumineuses peuvent être provoquées par un électro-aimant, placé près de l'œil et animé par un courant alternatif. — M. **E. Fiquet** a constaté que la toxicité attribuée aux peptones et albumoses injectées dans la circulation est due à la présence d'albumotoxines et de ptomaïnes qui se trouvent dans ces corps quand ils sont insuffisamment purifiés. — M. **L. de Launay** montre que certains gisements de plomb carbonaté proviennent de la transformation de gisements de plomb sulfuré soumis à l'action d'eaux souterraines chargées de calcaire. — M. **C.-Eug. Bertrand** décrit les principaux caractères du charbon humique de Broxburn. C'est une accumulation de la gelée brune fondamentale qui forme la trame ordinaire des schistes organiques; cette gelée renferme des corps bactériformes. — M. **E.-A. Martel** donne la description de la *Cueva del Drach* (Grotte du Dragon) située dans l'île Majorque. Cette grotte est une des plus grandes connues et renferme un lac, le lac Miramar, également remarquable par ses dimensions. — M. **Grand'Eury** a pu restaurer entièrement, des racines aux feuilles, un

fossile caractéristique du terrain houiller : le *Calamites Suckowii;* cette étude lui a permis, en outre, de montrer l'identité spécifique des *Cal. Suckowii* Br., *Cistii* Br., *Schatzlorensis* St., *foliosus* Gr., *Calamocladus parallelinervis* Gr. et *Calamostachys vulgaris* Gr. — M. E. Haug montre que les Goniatites peuvent être groupées en plusieurs phyllums indépendants, caractérisés chacun par un mode d'enroulement particulier et dans chacun desquels l'évolution de la cloison suit une marche progressive. — MM. V. Paquier et F. Roman indiquent la détermination et la répartition des Dicératinés du Tithonique coralligène des Cévennes et du Dauphiné. — M. G. Apostoli signale un cas très grave de dermatite consécutive à deux applications de rayons X. Tous les moyens thérapeutiques ordinaires ont échoué; seul, le traitement électrique a amené une amélioration notable. — M. Oudin a étudié l'action thérapeutique locale des courants à haute fréquence; ils agissent par la pluie d'étincelles qui crible la partie malade à proximité de l'électrode. Les effets sont analogues à ceux de la franklinisation, mais plus actifs et plus rapides. — MM. Bataillon et Terre ont découvert chez les Carpes un bacille ayant toutes les réactions du bacille de Koch et qui n'est autre qu'une forme saprophytique de la tuberculose humaine ou de la tuberculose aviaire injectée à ces animaux. — M. Ed. Spalikowsky est parvenu à calmer les crises gastralgiques terribles qui se produisent dans le tabes dorsal au moyen de la suggestion et du sommeil hypnotique.

Séance du 21 Juin 1897.

M. Hatt est élu membre dans la section de Géographie et de Navigation. — La Section de Minéralogie présente la liste suivante de candidats pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. Des Cloizeaux: en première ligne, M. de Lapparent; en seconde ligne, M. Barrois; en troisième ligne, MM. Douvillé, Lacroix et Munier-Chalmas.

1° Sciences mathématiques. — M. Loewy présente le tome VII des *Annales de l'Observatoire de Bordeaux;* il signale spécialement le mémoire de M. Picart sur la rotation d'un corps variable et celui de M. Féraud sur le développement de la fonction perturbatrice. M. Simonin explique les différences entre les valeurs observées et théoriques des longitudes des périhélies de Mercure et Mars et des nœuds de Vénus en supposant que le centre de gravité du Soleil diffère de son centre de figure. — M. H. Poincaré donne une nouvelle démonstration du théorème : Toute fonction uniforme de p variables, $2p$ fois périodiques, est le quotient de deux fonctions θ, et démontre pour la première fois le théorème: Entre $p+1$ fonctions uniformes de p variables, $2p$ fois périodiques, sans point singulier essentiel à distance finie, il y a toujours une relation algébrique. — M. Boussinesq donne l'expression des petites composantes transversales de la vitesse dans les écoulements graduellement variés des liquides. — M. Eug. Cosserat montre que, parmi les surfaces qui peuvent, dans plusieurs mouvements différents, engendrer une famille de Lamé, il faut comprendre les cyclides de Dupin. — M. Darboux ajoute que les cyclides de Dupin peuvent être envisagées de deux manières différentes comme des surfaces de Joachimstahl, ce qui conduit immédiatement au théorème de M. Cosserat. — M. H. Bourget étudie une certaine classe de fonctions hyperabéliennes. — M. C. Bourlet nomme *équation opérative* celle qui contient comme variables les puissances symboliques d'une transformation additive donnée; il montre que la théorie de ces équations peut présenter des analogies avec celle des équations différentielles ordinaires. — M. Appell fait remarquer que les propriétés des transmutations additives ont déjà été étudiées par M. Pincherle, avec lequel M. Bourlet s'est rencontré sur plusieurs points. — M. Levi-Civita indique une nouvelle classe de forces vives, dont les géodésiques possèdent une intégrale quadratique, et qui n'est pas réductible, par un choix convenable des variables, aux formes de M. Staeckel ou de M. Painlevé.

2° Sciences physiques. — M. le P. M. Dechevrens fait remarquer que le mouvement oscillatoire diurne de l'atmosphère, constaté par M. Angot au sommet de la tour Eiffel, s'observe parfaitement à des hauteurs beaucoup moindres et est général pour toute l'année. En Chine, la variation de la composante diurne est l'inverse de ce qu'elle est dans nos contrées. — M. J. Jaubert donne quelques renseignements sur la trombe qui a passé le 18 juin à Asnières; sa trajectoire (ouest-est) s'est développée sur plusieurs kilomètres de longueur, mais seulement sur quelques centaines de mètres de largeur. La dépression barométrique a été de $9^{mm},5$. — M. L. Teisserenc de Bort donne des renseignements sur les dégâts commis par la trombe; un grand nombre de vitres ont été perforées de petits trous circulaires. — MM. Auguste et Louis Lumière décrivent un nouveau procédé de mesure des indices de réfraction; il est basé sur le phénomène de production des halos sur les couches sensibles photographiques par réflexion totale, sur la dos de la plaque, de la lumière émise par le point éclairé. — M. Ader décrit un nouvel appareil enregistreur pour câbles sous-marins. Il est fondé sur le principe de l'action d'un champ magnétique sur un élément de courant; les déplacements de ce dernier sont enregistrés sur une pellicule photographique. Le nouvel appareil permet d'augmenter considérablement le nombre des signaux transmis par minute. — M. Ch. Pollak a obtenu un condensateur électrolytique de grande capacité et un redresseur électrolytique de courants en utilisant la couche d'oxyde qui se forme sur une lame d'aluminium servant d'électrode dans une dissolution alcaline. — M. Lecoq de Boisbaudran montre que, contrairement aux affirmations de MM. Eder et Valenta, la raie 433,8 se voit toujours avec l'étincelle non condensée et une solution très concentrée de $AuCl^3$; elle doit donc être attribuée au spectre de l'or. — M. Zeemann montre que, sous l'influence d'un champ magnétique extérieur, les lignes simples du spectre peuvent être divisées en lignes doubles ou triples suivant l'énergie du champ. — M. Pouget a obtenu, par union directe des constituants pris en proportions calculées, le sulfoantimonite de potassium SbS^3K^3 et le métasulfoantimonite SbS^2K. — M. Jules Garnier a constaté que le nickel fondu à très haute température est extrêmement fluide; ce fait peut expliquer l'augmentation de résistance qu'il donne aux fers en remplissant tous les vides intermoléculaires. — M. R. Metzner a préparé l'iodhydrate d'iodure tellurique en dissolvant l'acide tellureux dans l'acide iodhydrique et en faisant passer un courant d'acide iodhydrique gazeux; il a également obtenu le bromhydrate de bromure tellurique en arrosant de l'acide tellureux avec de l'acide bromhydrique en excès. — M. A. Hollard indique une méthode pratique permettant le dosage rigoureux et facile du cuivre, de l'étain, du zinc et des impuretés entrant dans la composition des bronzes et des laitons. — M. Delépine a étudié l'action de la potasse sur l'aldéhyde formique; elle lui a permis d'établir que les solutions d'aldéhyde dont la teneur varie entre 1,5 et 30 % possèdent une chaleur de formation très voisine. — M. A. Villiers signale un procédé commode pour la destruction des matières organiques en Toxicologie. Il consiste à faire digérer les matières avec de l'acide chlorhydrique et un peu d'acide azotique en présence d'un sel de manganèse qui détermine l'oxydation. — MM. P. Cazeneuve et Haddon ont reconnu que l'acide cafétannique n'est pas, comme on le croit, une combinaison d'acide caféique et de manitane avec perte d'eau, mais une combinaison de cet acide avec un sucre encore inconnu dont ils poursuivent l'étude. — M. A.-C.-B. Griffiths a retiré des élytres de quelques coléoptères un pigment rouge, de formule $C^7H^5AzO^5$, auquel il a donné le nom de *coléoptérine.* — M. H. Lagatu propose une nouvelle explication de la casse des vins : Un vin cassable contient un excès de fer ferreux qui, à l'air, se transforme en fer

ferrique avec ou sans le secours d'une diastase oxydante ; sous la modification ferrique, le métal est précipité par les tannins qui comprennent la matière colorante. Cette explication a été vérifiée expérimentalement.

3° Sciences naturelles. — M. **E. Huot** a étudié le développement et la structure des capsules surrénales, des reins et du tissu lymphoïde des Poissons lophobranches. — M. **Emile Brumpt** décrit un Copépode nouveau, le *Saccopsis Alleni*, qui vit en parasite sur le *Polycirrus aurantiacus* Grube. — M. **Ch. Dassonville** a étudié l'action des sels minéraux sur le développement et la structure de quelques Graminées. Il a constaté que les Graminées présentent, lorsqu'elles sont cultivées dans l'eau pure, un plus faible développement de tous les tissus, mais par contre une lignification beaucoup plus grande. — M. **E. Roze** étudie la propagation du *Pseudocommis vitis* Debray; il pense que, tant que son plasmode est vivant dans les cellules qu'il a envahies, il a la faculté d'en sortir, lorsqu'il se trouve placé dans des conditions favorables, pour aller contaminer d'autres végétaux. — M. **Pomel** communique la monographie des Porcins fossiles quaternaires d'Algérie. Il a trouvé le *Sus algericus*, le *Sus barbarus*, le *Sus iberus* et le *Phacocherus barbarus*. — M. **Ch. Déperet** donne quelques indications sur de nouveaux gisements de Mammifères fossiles découverts dans l'île de Corse et renfermant des restes de *Lagomys corsicanus* Cuv., *Cervus*, Chiroptères, etc. Ces découvertes ont un grand intérêt en ce qu'elles nous renseignent sur les périodes de rattachement ou de séparation de la Corse avec les continents voisins. — MM. **A. Antheaume** et **A. Mouneyrat** ont fait l'autopsie d'un morphinomane et ont découvert la présence de la morphine ou d'un de ses dérivés dans les organes suivants : foie, cerveau et reins. — M. **B. Danilewsky** signale de nouvelles expériences sur l'irritation des nerfs par des rayons électriques, sans le concours de conducteurs intermédiaires.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 8 Juin 1897.

M. **R. Blanchard** présente un rapport sur un mémoire de M. **P.-S. de Magalhaes** intitulé : Contribution à l'étude des kystes séreux des petites lèvres. L'auteur montre que ces tumeurs se forment aux dépens du canal de Gaertner. — M. **Ch. Monod** présente un rapport sur trois mémoires de MM. **Calot**, **A. Chipault** et **J. Ménard** sur le traitement de la gibbosité du mal de Pott. L'auteur pense, avec MM. Calot et Chipault, que le redressement brusque des gibbosités du mal de Pott est souvent possible et sans danger, si l'on s'attaque aux déviations dès leur début; mais, avec M. Ménard, il met en garde contre de trop grandes audaces; la bosse confirmée, déjà vieille et accentuée, est redressable peut-être, mais fatalement vouée à la récidive. — M. **Péan** a obtenu de bons résultats avec la méthode du Dr Calot, en faisant porter ensuite aux opérés l'appareil de Mathieu en cuir bouilli et fenêtré. — M. **Péan** analyse un travail de M. le Dr **M. Bloch** sur la Tarsoptose et la Tarsalgie. L'auteur décrit un appareil qui permet de corriger ces déformations du pied. — M. le Dr **Doyen** lit une note sur les calculs de l'uretère enlevés par la voie vaginale et la néphrotomie. — M. le Dr **Tuffier** donne lecture d'une observation de grossesse extra-utérine abdominale, avec kyste fœtal sous-hépatique. La laparatomie amena l'extraction d'un fœtus de cinq mois; elle fut suivie de la guérison. — M. le Dr **Bazy** lit un mémoire sur le traitement des prostatiques, par la sonde à demeure avec déambulation, et l'atrophie consécutive de la prostate. — M. le Dr **H. Grasset** donne lecture d'une étude sur le poumon.

Séance du 15 Juin 1897.

MM. **H. Rendu** et **A. Pissavy** communiquent l'observation suivante : Un garcon d'amphithéâtre se piqua légèrement en aidant à l'autopsie d'un individu mort de la rage; par précaution, il se soumit au traitement antirabique, mais au bout de treize jours il fut atteint d'une paraplégie complète. Les piqûres furent continuées; néanmoins le malade guérit. Les auteurs attribuent la paralysie à la toxine renfermée dans la moelle antirabique. — M. **Roux** fait remarquer que le traitement antirabique ne doit pas être incriminé puisque le malade a guéri alors même que les injections ont été continuées. — M. **Brouardel** pense qu'au moment de la blessure originelle, il y a eu une inoculation non seulement de la rage, mais d'une autre infection qui a causé la paralysie. — M. **Paul Reclus** indique le résultat de l'emploi des appareils de marche dans le traitement des fractures de jambe. Ces appareils consistent en un levier rigide, fixé au-dessus du foyer de la fracture et transmettant au sol le poids du corps ; il permet la marche quelques jours après la fracture. — M. le Dr **Burot** envoie un mémoire sur les navires-hôpitaux dans les expéditions coloniales.

Séance du 22 Juin 1897.

M. **Déchery** présente un *aphyso-cautère* très pratique, construit sur ses indications par M. Mathieu. — M. **Chauvel** fait un rapport sur un mémoire de M. **Vacher** (d'Orléans) relatif à l'extraction du cristallin transparent comme moyen prophylactique et traitement de la myopie très forte progressive. Pour la suppression du cristallin, l'auteur préfère l'extraction à la discision; aucun des opérés n'a présenté de complications. — M. **A. Pinard** analyse deux observations de grossesse extra-utérine communiquées par M. **N. Routier** et M. **Tuffier**. Dans la première, l'auteur tenta d'enlever le kyste entier; il réussit, et la malade guérit, mais l'auteur recommande de se borner, en général, à extraire le fœtus. Dans la seconde, la grossesse ectopique coïncidait avec une grossesse utérine qui évolua normalement. — MM. **Duclaux**, **Laveran** et **Fernet** présentent le rapport sur le concours pour le Prix de l'Académie en 1897. — M. **Brouardel** reprend l'examen du cas signalé dans la dernière séance par M. Rendu. Il pense qu'il n'y a eu ni infection par la toxine rabique, ni paralysie rabique, mais simplement myélite ascendante toxique, provenant de l'injection par la blessure primitive d'une toxine bactérienne quelconque. — M. **Paul Reclus** a procédé à la résection bilatérale du grand sympathique cervical dans un cas de goitre exophtalmique; le goitre a beaucoup diminué et l'état général du malade s'est grandement amélioré, mais l'opération est trop récente pour qu'on puisse en tirer des conclusions fermes. — MM. **Lancereaux** et **Paulesco** ont traité un anévrisme de l'aorte par des injections sous-cutanées d'une solution gélatineuse; un caillot se forma peu à peu et la cavité de l'anévrisme disparut. Cette méthode peut être recommandée pour les anévrismes internes et profonds qui échappent aux procédés chirurgicaux.

Séance du 29 Juin 1897.

M. le Président annonce le décès de M. **Schützenberger**, membre de l'Académie. — M. **C. Gros** (d'Alger) signale des accidents médullaires à forme de myélite aiguë survenus au cours d'un traitement antirabique chez un homme qui avait été mordu par un chien. — MM. **V. Cornil** et **Carnot** ont constaté que la fibrine introduite dans le péritoine se transforme rapidement en tissu conjonctif vascularisé; elle peut ainsi servir à réparer les pertes de substance du foie après des opérations. — M. **Gérard-Marchant** donne lecture d'un mémoire sur la résection bilatérale du grand sympathique cervical dans le goitre exophtalmique. — M. le Dr **Clozier** envoie une note sur une pompe intestinale.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 22 Mai 1897.

M. **Abelous** envoie une note sur l'action fermentitielle des oxydases résultant de la macération des

organes oxydants. — M. **Domelli** a étudié les altérations du système nerveux qui se présentent après la néphrectomie expérimentale. — M. **Fournier** a essayé d'obtenir par la radiographie des indications sur la structure des calculs biliaires.

Séance du 29 Mai 1897.

M. **Netter** a inoculé dans le péritoine de jeunes cobayes des poussières recueillies sur les murs d'une salle d'hôpital et en suspension dans de l'eau stérilisée; il a obtenu deux fois une péritonite à pneumocoques. Cela prouve que les crachats pneumoniques desséchés conservent leur virulence. — M. **C. Phisalix** a constaté qu'on peut immuniser la grenouille contre le curare au moyen du sérum de sang de salamandre. — M. **Arloing** a reconnu que la courbe de la toxicité des sueurs suivait celle de la toxicité urinaire, et qu'elle s'élevait après le travail et la fatigue. — M. **P. Langlois** montre que l'extrait de capsules surrénales possède une action vaso-constrictive; mais celle-ci est passagère et ne dure que trois à quatre minutes. Cette action est augmentée si l'on refroidit l'animal, c'est-à-dire si l'on ralentit ses oxydations. L'extrait est donc détruit dans l'organisme par oxydation. — M. **Féré** a étudié l'action de l'atropine sur les Oiseaux et a reconnu qu'elle était extrêmement variable. — M. **Kochs** a constaté que les cultures de bacille de Lœffler pouvaient subir des retards, qui empêchaient leur développement complet en dix-huit ou vingt heures. — M. **Courmont** envoie une note sur le sérodiagnostic dans 244 cas de fièvre typhoïde. — MM. **Nicolas** et **Courmont** communiquent un mémoire sur la leucocytose dans l'intoxication diphtérique expérimentale.

Séance du 5 Juin 1897.

MM. **Charrin** et **Mangin** ont cultivé certains parasites (*aspergillus*, *penicillum*, muguet, etc.), dans des bouillons de culture de divers bacilles et ils ont constaté un développement remarquable de ces végétaux, à l'inverse de ce qui se passe pour les bactéries. Ce fait peut expliquer la facilité avec laquelle certains parasites se développent après des infections microbiennes. — MM. **Gilbert** et **Garnier** communiquent l'observation d'une hémiplégique atteinte de syringomyélie avec main succulente. — M. **Vaquez** a examiné le sang d'une malade splénectomisée pour kyste de la rate. Le nombre des globules rouges s'est relevé, mais le taux de l'hémoglobine a diminué. — MM. **F. Bezançon** et **Griffon** ont étudié la réaction agglutinante du sérum du sang des pneumoniques; ils ont trouvé une variété particulière du pneumocoque de Friedlænder. — M. **Léger** envoie une note sur la régénération des nageoires chez les Protoptères.

Séance du 12 Juin 1897.

M. **Maragliano** (de Gênes) a expérimenté avec la nouvelle tuberculine de Koch et trouve que le nouveau produit ne diffère guère de l'ancien. En outre, il renferme des bactéries et des levures. — M. **Bouchard** pense qu'aucune recherche ne doit être faite avec un produit impur. — M. **G. Lemoine** a employé le bleu de méthylène contre les douleurs des membres et les douleurs en ceinture chez les ataxiques; dans sept cas sur neuf, il a obtenu de bons résultats. — MM. **G. Lemoine** et **Gallois** ont constaté que l'éther est un moyen de soulagement et même de guérison des accidents dyspnéiques de l'urémie, lorsque le rein n'est pas complètement désorganisé; on fait prendre l'éther dans de l'eau sucrée; on peut aussi l'administrer en injections sous-cutanées. — MM. **J. Roux** et **Balthazard** ont étudié, au moyen des rayons X, les contractions de l'estomac chez la grenouille, après avoir rendu cet organe opaque par l'ingestion de diverses substances. — M. **Langlois** montre que la substance vaso-constrictive qui se trouve dans l'extrait de capsules surrénales est oxydée dans tout l'organisme, mais spécialement par le foie. — M. **Dejerine** a observé la main succulente dans trois cas de polyomyélite; il l'attribue à des troubles de compression et ne croit pas que ce soit un signe de syringomyélie. — MM. **Langlois** et **Athanasiu** ont déterminé les courbes de pression du sang après injection d'extrait de capsules surrénales; lorsque le foie est normal, la pression diminue rapidement; lorsqu'on supprime l'activité fonctionnelle du foie, en liant la veine porte à la veine cave, la pression se maintient pendant longtemps au-dessus de la normale. — M. **H. Claude** a injecté à un chien des toxines tétaniques qui produisirent la paralysie des membres. A l'autopsie, on trouva dans la moelle un grand nombre de petits foyers de myélite disséminés.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 4 Juin 1897.

M. **Pérot** présente l'*électromètre absolu interférentiel pour petits potentiels* qu'il a construit en collaboration avec M. **Fabry**. Cet appareil est un électromètre idiostatique; l'une des surfaces électrisées est une couche mince d'argent, déposée sur la base d'un cylindre de verre, travaillé par M. Jobin, dont la forme est très exactement circulaire. L'autre surface est une seconde couche d'argent, déposée sur une lame de verre portée par trois ressorts et maintenue à une distance de la première qui est d'environ $0^{mm},09$. L'attraction qui s'exerce entre les deux parties de l'appareil quand on les relie aux pôles d'une pile est rendue égale au poids d'une surcharge que l'on dépose très doucement sur la lame de verre par un mécanisme mû au moyen d'une poire de caoutchouc. Le rayon du cylindre (7 centimètres environ) étant très grand par rapport à la distance des armatures, il est inutile d'employer un anneau de garde; on peut admettre sans erreur sensible que la distribution des lignes de force est la même dans chaque section méridienne que si le cylindre était remplacé par son plan tangent et faire la correction correspondante par la formule de M. Potier. Les mesures de distance se font à l'aide des franges d'interférence. Une *lame argentée*, c'est-à-dire une lame d'air limitée par deux couches d'argent assez minces pour laisser passer la lumière, laisse voir des franges localisées qui, par suite des conditions particulières de la réflexion sur l'argent qui contribue à leur production, se présentent sous la forme de lignes très fines à bords nets au lieu d'être des bandes estompées comme les anneaux ordinaires. En éclairant simultanément une lame par plusieurs lumières de longueur d'onde connue, on obtient divers systèmes de franges qui se superposent en certaines régions et s'opposent en d'autres; l'observation des coïncidences permet de déterminer le rang absolu de la frange et l'épaisseur de la lame. Une première lame étant étalonnée, on peut en avoir une seconde en produisant l'interférence des rayons qui ont traversé l'une d'elles directement et ont subi deux réflexions dans l'autre; la frange centrale de ce système indiquera les points d'égale épaisseur des deux lames; les franges étant localisées sur les lames, on supprimera toute différence de marche parasite en mettant, au moyen d'une lentille, l'une des deux lames au point sur l'autre. C'est à l'aide d'une série de lames étalons ainsi graduées qu'on a pu déterminer la valeur absolue de la distance des deux surfaces d'argent de l'électromètre, en un point. L'observation des anneaux de Newton entre ces deux surfaces permet de déterminer la forme de la couche d'air et l'épaisseur moyenne qui figure dans la formule. On a pris soin, à chaque mesure, de déposer la surcharge en un point de la lame tel que la couche d'air conservât sensiblement la même forme que pendant la mesure électrique. L'appareil permet de mesurer à 0,001 volt la force électromotrice d'un Latimer-Clark; en admettant la valeur donnée par M. Limb en unités électromagnétiques, soit 1,4335 volt, on trouve pour le rapport du volt à l'unité électrostatique 300,03 à $\pm$ 0,01 près. Des

expériences faites sur des accumulateurs Fulmen ont montré que la déperdition spontanée atteint, en une heure, $\frac{1}{100.000}$ du voltage. — M. **Villard** présente des *tubes de Crookes pour radiographies*. Ces tubes présentent trois perfectionnements : 1° l'iridium est substitué au platine dans l'anticathode. Le platine, sous une épaisseur de $0^{mm},3$, sans être porté au delà du rouge cerise sombre, s'emboutit et se perce en dix minutes sous l'action du flux cathodique convergent. Le fer ou le nickel résisteraient aussi longtemps; l'iridium a une durée beaucoup plus longue, il ne noircit pas les tubes; le verre prend seulement une teinte violette dans sa masse; 2° les tubes portent une électrode auxiliaire, dite *compensateur de vide*. Quand la décharge refuse de passer par la cathode ordinaire, on peut, en lui substituant cette électrode, qui est de magnésium, obtenir de nouveau un courant qui dégage des gaz et régénère le tube; l'expérience est réalisée sous les yeux de la Société; 3° enfin on peut faire varier à volonté la résistance du tube en employant simultanément deux cathodes; la première est reliée directement au pôle négatif de la bobine; on appuie sur elle une tige de métal qu'on approche de l'autre cathode de façon à obtenir une étincelle; la résistance du tube diminue (on n'observerait rien de pareil avec deux anodes) et varie avec la distance explosive. M. Chabaud a construit des tubes dans lesquels les deux foyers coïncident rigoureusement sur l'anticathode. M. Villard réalise les expériences décrites sur des tubes à anticathode d'iridium et de nickel. C. Raveau.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 14 Mai 1897.

M. **G. Bertrand**, en comparant divers échantillons de laccase, a reconnu que l'activité oxydante de ce ferment est en raison directe de sa teneur en manganèse. Le manganèse est le co-ferment de la laccase, comme le calcium est celui de la pectase. La laccase privée du manganèse perd toute activité. Celle-ci réapparaît par une addition d'un sel de manganèse aux échantillons essayés. Ces faits et l'étude du pouvoir oxydant des sels manganeux vis-à-vis de l'hydroquinone ont conduit M. Bertrand à considérer la laccase comme une combinaison de manganèse et d'une substance protéique jouant le rôle d'acide faible. — M. **Hanriot** a continué ses recherches sur la lipase. — MM. **Wyrouboff** et **A. Verneuil** exposent les résultats que leur a fournis l'étude du cérium. Ils donnent leur procédé de purification qui leur a permis d'obtenir un produit à poids atomique sensiblement constant. — M. **H. Le Chatelier** a étudié le borate de lithine et reconnu que, dans ce sel, le lithium se rapproche surtout des métaux alcalins. — M. **Ponsot** répond à une note critique de M. Raoult relative à ses déterminations cryoscopiques. — M. **Jay** a comparé les différentes méthodes de dosage de la crème de tartre. De cette étude, il conclut que le procédé de MM. Berthelot et de Fleurieu est préférable aux méthodes par évaporation et cristallisation.

Séance du 28 Mai 1897.

M. **Schützenberger** maintient les conclusions de ses recherches antérieures sur le cérium. — M. **Freundler** a obtenu, en décomposant les pyromucates alcalins par la méthode de M. Limpricht, un mélange de furfurane, d'un carbure de formule C^4H^4 et d'oxyde de carbone. Les rendements en furfurane sont très mauvais : on obtient, au contraire, le rendement théorique en décomposant par la chaleur l'acide pyromucique en tubes scellés. En deux heures, à 260°-275°, la décomposition est complète. — M. **Tardy** a extrait de l'essence de fenouil amer français : du térébenthène dextrogyre, du cymène, un terpilène qui est très probablement du phellandrène, de la fenone ou camphre anisique, de l'estragol, de l'anéthol, de l'aldéhyde, de l'acétone et de l'acide anisique et enfin un produit cristallisé de formule $C^{21}H^{14}O^2$. — M. **Ponsot** indique un moyen de reconnaître si une méthode cryoscopique est appliquée avec régularité ou si elle présente des erreurs systématiques. Il critique à ce point de vue les expériences de M. Raoult et conclut que la meilleure méthode qui puisse être employée dans ces recherches est la méthode avec gaine de glace avec équilibre sans rayonnement. Le même auteur présente à la Société un vase de Pfeffer en préparation. Il forme la paroi semi-perméable sous pression. Il a pu ainsi obtenir une paroi supportant 15 atmosphères. — MM. **Wyrouboff** et **Verneuil** font remarquer que leur communication antérieure ne comportait aucune critique des recherches de M. Schützenberger. Ils se sont bornés à conclure que le cérium, débarrassé des terres qui l'accompagnent dans ses minerais, est toujours identique à lui-même et a pour poids atomique 92,7 en considérant Ce comme bivalent.

E. Charon.

SECTION DE NANCY

Séance du 26 Mai 1897. (Suite.)

M. **Klobb** ayant eu l'occasion de préparer de l'acide benzoylpropionique d'après le procédé de Bürcker[1] :

$$C^6H^6 + C^4H^4O^3 = C^6H^5 - CO - CH^2 - CH^2 - COOH$$

a remarqué que l'opération était facilitée par l'emploi d'un benzène pur, exempt de thiophène. On évite la formation de produits bruns et le rendement est augmenté d'autant. Le benzène a été purifié d'après les indications de MM. Haller et Michel[2]. On fait bouillir au réfrigérant ascendant un mélange de 10 grammes d'anhydride succinique, 15 grammes de chlorure d'aluminium et 120 grammes de benzine pure; au bout d'une heure et demie environ, le dégagement d'HCl est terminé. On reprend par l'eau, ce qui dégage assez de chaleur pour volatiliser une partie de la benzine et il se forme deux couches à peine colorées. La couche supérieure benzénique est décantée, distillée, et le résidu repris par l'eau bouillante. Par refroidissement il se dépose des paillettes peu colorées d'acide benzoylpropionique (environ 8 grammes). On achève la purification du produit en précipitant par la ligroïne sa solution dans l'éther. D'après M. Bürcker, l'acide benzoylpropionique retient 1 molécule d'eau de cristallisation. M. Klobb n'a jamais obtenu que des cristaux anhydres fondant à 116°, quel que soit le dissolvant employé, eau, alcool ou éther. L'acide préparé au moyen de l'acide phénacylcyanacétique d'après la réaction :

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CH(CAz) - COOC^2H^5 + 3\,KOH + H^2O$$
$$= C^6H^5 - CO - CH^2 - CH^2 - COOK + CO^3K^2 + AzH^3 + C^2H^6O$$

ne retient pas non plus d'eau de cristallisation. — M. **Férée** obtient, par électrolyse d'une solution concentrée de chlorure de calcium, avec une densité de courant de 2,5 ampère par centimètre carré d'électrode mercurielle, et par l'emploi d'un diaphragme, un amalgame liquide qui, passé à travers la peau de chamois, laisse un résidu qui s'oxyde immédiatement. 1.000 grammes de cet amalgame, distillés sous une pression de 12 millimètres, donnent 12 grammes d'un amalgame riche contenant 13 °/o de métal. Ce dernier amalgame est d'un gris blanchâtre; calciné dans un courant d'azote, il donne, comme M. Maquenne l'a montré, un azoture de calcium sur la composition duquel M. Férée se propose de revenir.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 28 Mai 1897.

M. **Albert A. Gray** : *Perception de la différence de phase par les deux oreilles*. L'auteur rappelle quelques expériences d'acoustique de M. S.-P. Thompson : Si deux tons de phases opposées sont envoyés chacun sépa-

[1] *Ann. de Phys. et de Chimie*, 5e série, t. XXVI, p. 433.
[2] *Bulletin de la Société Chimique*, 3e série, t. XV, p. 1065.

rément à une oreille, la sensation de son est localisée à l'arrière de la tête; si les deux sons sont arrangés de façon à produire des battements, ceux-ci sont perceptibles; mais ils ne le sont pas dans l'ouïe avec les deux oreilles. L'auteur explique ce résultat de la façon suivante : Les tympans sont naturellement entraînés à se tendre ou à se relâcher ensemble ; ils ne peuvent donc reconnaître si les phases diffèrent. Les stimuli reçus par les deux oreilles peuvent se rencontrer dans l'un des centres nerveux inférieurs et s'annuler avant qu'aucune sensation ait été reçue par le cerveau. Mais plusieurs fibres nerveuses n'ont pas communication nucléaire à la base du cerveau; aussi les stimuli ayant passé par ces fibres ne peuvent-ils interférer. Cela explique le phénomène des battements. — M. **J. Rose-Innes**, se basant sur les expériences de MM. Ramsay et Young sur les propriétés thermiques de l'isopentane, a recherché une formule qui relie la pression à la température, pour des changements considérables de volume. La température τ à laquelle, pour chaque volume, une substance devient un gaz parfait, est presque constante pour des volumes variant de 8 à 350.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 20 Mai 1897.

M. **Holland Crompton** : Note sur la théorie de la pression osmotique et l'hypothèse de la dissociation électrique. — Dans une deuxième communication, le même auteur étudie et critique la rotation moléculaire des sels doués d'activité optique. — L'exposition de quelques recherches sur les chaleurs de neutralisation des acides et des bases en solution aqueuse diluée fait l'objet d'une troisième note du même auteur. — M. **A.-E. Tutton** donne les résultats de ses travaux cristallographiques comparatifs sur les sélénates de potassium, rubidium et calcium. — M. **John Spiller** : Sur les alliages d'argent et de platine ; leur solubilité dans l'acide azotique. — M. **Meyer-Wilderman** : Remarques sur la loi de Dalton. Dépression moléculaire des mélanges de corps non électrolytiques. — MM. **G.-G. Henderson** et **M.-A. Parker** ont fait réagir le bromdiphénylméthane sur l'éthylacétoacétate de sodium et ont obtenu l'éther monosubstitué : α-acétyl-β-diphénylpropionate d'éthyle : $CHPh^2.CHAc.CO^2Et$.

Séance du 3 Juin 1897.

MM. **Horace T. Brown** F. R. S. et **Spencer Pickering** F. R. S. publient le résultat de leurs travaux sur les phénomènes thermiques relatifs au changement du pouvoir rotatoire de solutions fraîchement préparées de certains carbohydrates, puis quelques remarques sur la cause de la multirotation, que les auteurs attribuent non à des causes physiques, mais à des causes chimiques. Ils croient possible l'hypothèse de Fischer, qui pense que la dextrose en passant d'une modification optique instable à une forme optique stable en solution, se transforme d'aldéhyde $C^6H^{12}O^6$ en alcool heptahydrique $C^6H^{14}O^7$. Toutefois ils admettent comme plus plausible l'idée suivante : au contact de l'eau, l'aldéhyde acétique deviendrait un glycol éthylidénique dans lequel le groupe CHO se change en $CH(OH)^2$. — Dans une deuxième note les mêmes auteurs étudient, au point de vue thermochimique, l'hydrolyse du sucre au moyen de la diastase animale et de la diastase végétale; puis ils font une communication sur l'hydrolyse du sucre de canne par interversion. — MM. **Frederick Stanley Kipping** et **William J. Pope** : Voici la conclusion des travaux des auteurs sur l'inversion optique du camphre : chacun des groupes carboxyles de l'acide camphorique est lié à un atome de carbone asymétrique. — Les mêmes auteurs passent ensuite à l'étude des propriétés et préparations des dérivés inactifs de l'acide camphorique. Ils décrivent spécialement les acides π chloro et π bromocamphorique inactifs; les acides *trans* et *cis* π camphaniques inactifs; les acide et anhydride transcamphotricarboxyliques. — Une discussion sur le racémisme et le pseudoracémisme fait l'objet d'une troisième note. — M. **H.-A.-D. Jowett** : Sur quelques nouveaux sels d'or. — MM. **J.-E. Marsh** et **J.-A. Gardner** ont réussi à préparer le camphénol en faisant réagir l'acide sulfurique concentré sur le dichlorure de camphène, produit immédiat de l'action du pentachlorure de phosphore sur le camphre. — MM. **J.-A. Gardner** et **G.-B. Cockburn** : Note préliminaire sur l'oxydation du *fenchène* au moyen de l'acide azotique dilué. — M. **A.-G. Perkin** étudie les principaux dérivés méthylés et éthylés de l'apiine et apigénine afin de fixer la constitution de ces corps. — MM. **A.-G. Perkin** et **H.-W. Martin** : Méthylation de la rhamnazine. — M. **Meyer Wilderman** a confirmé expérimentalement la constante de Van t'Hoff pour des solutions très diluées. Les quelques erreurs observées sont d'origine expérimentale et ne changent pas les résultats précédemment établis. — M. **Thomas Gray** : Note sur les dibrométhylènes isomères.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 20 Mai 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **F. Mertens** envoie deux notes : « Sur une expression asymptotique » et « Sur un théorème d'Algèbre. » — M. **K. Zindler** : « Sur la différentiation des intégrales multiples d'après un paramètre dont les limites des intégrales dépendent. »

2° Sciences physiques. — M. **O. Tumlirz** : « La chaleur spécifique de la vapeur d'eau à pression constante ». — MM. **Max Bamberger** et **Fritz Böck** étudient les produits de nitration de l'anthragallol. L'action de l'acide nitrique fumant donne un produit rouge, le pseudonitroanthragallol, qui, par l'action de l'eau bouillante, se transforme en un corps : $C^6H^4(CO)^2C^6(OH)^3AzO^2$. Ce corps, réduit par le sulfure d'ammonium, donne l'amidoanthragallol. Une oxydation plus complète donne de l'acide phtalique.

3° Sciences naturelles. — M. **F. Steindachner** a déterminé les poissons et les reptiles trouvés par le Dr Escherich aux environs d'Angora. Une partie ont déjà été rencontrés en Europe, dans le sud de la Russie, mais d'autres sont spéciaux au continent asiatique. — MM. **Arpad von Degen** et **Ignaz Dörfler** ont examiné les espèces botaniques recueillies par ce dernier en Albanie et en Macédoine. La flore macédonienne forme la transition entre la flore serbe et bulgare et celle des hautes montagnes de la Grèce. — MM. **F. Muller**, **H. Albrecht**, **A. Ghon** et **R. Pöck**, envoyés par l'Académie pour étudier la peste à Bombay, présentent leurs observations. La peste est une maladie infectieuse; elle se présente le plus souvent sous la forme *septicémique-hémorragique*, caractérisée par la présence de bubons douloureux au cou et aux aisselles, par des hémorragies nombreuses surtout au voisinage des bubons, par une tumeur de la rate et par des altérations des organes lymphatiques; elle peut aussi revêtir les formes *septicopyémiques* et *pneumonique*. La porte d'entrée de l'agent de la maladie est en premier lieu la peau, ensuite la langue; jamais on n'a pu constater d'infection par le tube digestif. La maladie commence par une fièvre subite et de fortes douleurs de tête, puis le cœur faiblit, la dyspnée se produit et la mort survient au bout de douze à vingt-quatre heures. L'agent de la maladie est le microbe décrit par Yersin et Kitasato; il est facilement reconnaissable dans tous les cas; il est souvent associé à d'autres espèces bactériennes.

Séance du 3 Juin 1897.

Sciences naturelles. — M. **L. Réthi** détermine expérimentalement, au moyen d'un appareil particulier, la tension des cordes vocales lorsqu'on excite un ou plusieurs muscles du larynx.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Génie maritime

Le récent Congrès international des « Naval Architects and Marine Engineers ». — L'institution des *Naval Architects* anglais, qui tient chaque année deux sessions générales, l'une à Londres, l'autre dans un des ports de la Grande-Bretagne, avait résolu de donner cet été à sa session de Londres, le caractère d'un Congrès international. Celui-ci a eu lieu du 7 au 15 juillet dernier et a réuni un grand nombre d'ingénieurs de la marine, anglais et étrangers. Il a présenté du début à la fin, un intérêt considérable, tant en raison des mémoires qui y ont été lus, que des visites faites, après session, aux grands ports et aux grands chantiers maritimes de l'Angleterre.

Le Congrès était présidé par le Prince de Galles, qui a lu le discours d'inauguration; les débats ont été ensuite dirigés par le premier Lord de l'Amirauté et par Lord Hopetoun, président de l'Institution des *Naval Architects*.

M. *E. Bertin*, directeur de l'Ecole d'Application du Génie maritime à Paris, a présenté un rapport, — qui est l'exacte mise au point de la question, — sur la cémentation des plaques de cuirasse et les progrès de la construction des projectiles brisants, qui en ont été la conséquence. Dans la discussion qui a suivi, le harveyage de l'acier a surtout fait l'objet des remarques des assistants.

M. *C. Ellis* a ensuite décrit un nouveau procédé de fabrication des bois incombustibles. Le bois, placé d'abord dans le vide, est soumis à l'action de la vapeur d'eau, puis à celle de solutions de sels minéraux qui l'imprègnent complètement et lui communiquent la propriété de devenir incombustible. Les avantages de l'emploi de ces bois dans la construction des navires ne se discutent plus.

Après la lecture d'un remarquable mémoire de *Sir Edward Reed* sur la théorie mathématique du navire, M. le capitaine *Tuxen*, chef du Département de la Construction de la Marine Danoise, a entretenu l'auditoire des *ferry-boats*, bateaux transportant des trains entiers, et fort utilisés pour les communications entre les nombreuses îles du Danemark, où ils sont arrivés à un haut degré de perfection.

M. *G.-W. Manuel* a lu un mémoire sur les arbres de machines et a donné d'intéressants diagrammes sur la manière dont ils se brisent, généralement par la fatigue. L'auteur a montré une certaine inclination pour les arbres creux, mais ses raisons n'ont pas rallié la majorité des assistants.

M. *Sydney S. Barnaby* a proposé une explication très rationnelle de la cavitation dans les propulseurs à hélices, nouvel inconvénient qui est le résultat des grandes vitesses modernes et vers lequel commence à se porter l'attention des ingénieurs. M. *Hele Shaw* a communiqué ses expériences sur la nature de la résistance superficielle dans les tubes et conduites. M. *Signady* a indiqué la dimension à donner aux tubes des chaudières dans les steamers à grande vitesse.

Enfin, dans un mémoire très documenté *Sir John Durston* et *M.-J.-T. Milton* ont montré l'influence toujours croissante qu'a exercée l'Institution des *Naval Architects* sur le développement du Génie maritime en Angleterre; ces auteurs ont fait voir comment les nombreux progrès réalisés soit par la marine de guerre, soit par la marine marchande du Royaume-Uni, sont en grande partie dus à l'Institution.

C'est ici le lieu de rappeler que les Etats-Unis possèdent, eux aussi, une Institution de *Naval Architects* qui rend de signalés services à leur marine, et de regretter qu'une institution analogue ne puisse voir le jour en France. Qu'il nous soit permis de reproduire, à ce sujet, quelques-unes des lignes que M. Vivet écrivait ici même au sujet du Congrès des *Naval Architects* anglais, qui eut lieu à Paris, en juin 1895[1].

« En Angleterre, les ingénieurs de la Marine de l'Etat jouissent d'une latitude inconnue aux nôtres pour publier leurs travaux. Il en résulte un contraste frappant entre les mémoires si richement documentés qui sont lus dans les Sociétés maritimes anglaises, et ces notes, d'ailleurs rares, où les ingénieurs français hasardent timidement sur un théorème de géométrie des réflexions soigneusement contrôlées par l'autorité supérieure. De même pour la discussion : d'un côté, incertaine et stérile ; de l'autre, aisée et fructueuse.

[1] *Revue générale des Sciences* du 15 septembre 1895.

« C'est qu'en effet une longue pratique de la liberté de la parole a appris aux Anglais à ne pas redouter la divulgation de tels détails techniques auxquels on attache en France une si grande importance. On peut croire cependant, d'après leur exemple, que la propagation des idées nouvelles, en matière de construction navale comme en beaucoup d'autres choses, n'offre pas ce péril dont nous sommes hantés, et qu'elle présente, au contraire, certains avantages, dont nous ne savons pas profiter.

« Tandis qu'ici règne cet esprit de méfiance qui fait voir la patrie en danger dans la moindre bagatelle livrée à la publicité, là-bas circule un large souffle de liberté qui dissémine partout la semence du progrès.

« Rien de plus topique à cet égard que la série des mémoires où, depuis 1889, Sir William White, directeur des Constructions Navales, a soumis à l'appréciation des *Naval Architects* les idées générales du programme des nouveaux cuirassés, leurs plans dans les grandes lignes, les résultats obtenus, les défauts constatés, les remèdes proposés. Il ne semble point que la défense nationale en ait été compromise. Quel enseignement pour nous! »

§ 2. — Électricité industrielle

Nouvel appareil enregistreur pour câbles sous-marins. — M. H. Léauté a tout récemment présenté à l'Académie des Sciences une invention de M. Ader, sur laquelle, en raison de son importance, nous voudrions appeler tout spécialement l'attention. Cette invention est relative au rendement télégraphique des câbles sous-marins. Pour en bien faire saisir la portée, il semble utile de rappeler en quelques mots le principe même de ce genre de correspondance.

On sait que les courants émis à travers les câbles sous-marins sont des courants de pile de très courte durée. Lorsqu'ils circulent dans un certain sens, on est convenu d'admettre que le signal transmis représente un point de l'alphabet Morse; il figurent, au contraire, un trait de ce même alphabet s'ils circulent en sens inverse. Les appareils récepteurs sont de deux genres : le *miroir* ou le syphon-*recorder*.

Dans le récepteur à miroir, le courant du câble traverse une bobine analogue à celle des galvanomètres à réflexion. Dans le champ de cette bobine se déplace une aiguille aimantée collée au dos d'un miroir et suspendue à un fil de cocon. L'équipage mobile oscille de droite à gauche ou de gauche à droite, suivant le sens du courant qui traverse la bobine, selon que le signal transmis est un point ou un trait. Il suffit de faire tomber un rayon lumineux sur le miroir solidaire de l'aiguille, pour observer ses déplacements et lire ainsi la dépêche.

Dans le *recorder*, le champ est créé par un aimant permanent très puissant. Entre les pôles de cet aimant est suspendue une bobine très légère que parcourt le courant du câble. Cette bobine, selon le sens du courant qui la traverse, tend à s'orienter dans le champ vers la droite ou vers la gauche; ses mouvements sont transmis, à l'aide d'un système de leviers spéciaux, à un tube-siphon dont la petite branche plonge dans un réservoir d'encre et dont la grande, en se déplaçant, laisse sur une feuille de papier une trace sinueuse, que traduisent les télégraphistes.

Qu'on ait adopté l'un ou l'autre de ces deux genres d'appareils de réception, les imperfections restent nombreuses, et ce pour plusieurs raisons. Le rendement commercial d'un câble étant fonction de la vitesse de transmission, on a remarqué que cette vitesse est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle au poids de cuivre du câble. Il semblerait donc que l'on n'ait qu'à augmenter l'âme du câble pour se placer dans des conditions d'exploitation plus rémunératrices. Mais raisonnement est en défaut dès que l'on dépasse pour le poids de cuivre et, par suite, pour le poids de gutta isolante employée, une certaine limite, car le coût du câble lui-même devient alors trop élevé. D'autre part, pour un câble déterminé, on ne saurait obtenir la rapidité de message dont il est théoriquement susceptible, les signaux ne pouvant être précis et nettement perceptibles que s'ils sont donnés avec une certaine lenteur. L'observateur qui lit d'après les oscillations du miroir se fatigue et ne peut guère suivre une vitesse dépassant 600 signaux par minute. Enfin, les amplitudes des oscillations sont réduites par l'inertie des masses des parties mobiles dans l'appareil, par la capacité du câble lui-même, quelque soin que l'on prenne à le décharger le plus complètement possible. Pour ces mêmes raisons, les signaux télégraphiques obtenus avec le syphon-recorder sont difficilement lisibles.

L'appareil de M. Ader remédie à ces inconvénients; en outre, il est à la fois très sensible et très simple. Il se compose essentiellement d'un fil métallique très ténu, parcouru par le courant du câble et tendu verticalement entre les pôles d'un puissant aimant permanent, qui est disposé dans le sens horizontal. Cet aimant se compose d'une série de barres d'acier magnétique juxtaposées après aimantation à refus et dont les pièces polaires sont amovibles et forment autour du fil métallique une gaîne longue et étroite, un champ magnétique presque fermé. Sous l'influence du courant, le fil tend à se déplacer parallèlement à lui-même. En l'espèce, comme il est fixé à ses extrémités, il oscille vers la droite ou vers la gauche, suivant le sens du courant lancé dans le câble. On enregistre les oscillations du fil à l'aide d'un procédé photographique. A travers une ouverture pratiquée dans l'une des pièces polaires, on fait tomber sur le fil un faisceau lumineux fourni par une petite lampe ordinaire, qui porte ombre sur la paroi opaque appliquée contre l'autre pièce polaire. Dans cette paroi est ménagée une fente longue et étroite, perpendiculaire à la direction du fil, derrière laquelle se déroule une bande de papier sensible au gélatino-bromure. L'ombre du fil, se projetant à travers la fente sur le papier, détermine une tache qui oscille avec le fil et laisse sur la bande une courbe sinueuse semblable à celle que donne le recorder. En réalité, afin d'obtenir une ombre plus large, moins ténue, on entoure le fil, dans la partie éclairée, d'une gaîne en moelle de plume, qui augmente considérablement le volume sans élever sensiblement la masse du système. La bande, après avoir été impressionnée, passe dans une série de tubes dans lesquels s'effectuent automatiquement le développement et la fixation. Les organes photographiques sont contenus dans une boîte placée sur le côté de l'appareil et formant chambre obscure.

Les dimensions des diverses parties du récepteur ont été calculées en vue d'obtenir une très grande sensibilité. Le fil employé n'a que deux centièmes de millimètre de diamètre et pèse environ 1 milligramme. L'entre-fer ne dépasse pas en largeur 1/2 millimètre; l'aimant peut porter 400 kilos environ. L'inscription des signaux est directe et le procédé supprime l'intermédiaire des leviers, siphons encreurs, moulinets ou vibrateurs, etc... L'inertie de l'équipage mobile est réduite par cela même au minimum. L'appareil Ader obéira donc à des courants très faibles, incapables d'actionner un syphon-recorder. Pour cette même raison, on pourrait aussi éteindre les courants très rapidement; d'où, gain de vitesse important : il suffit d'avoir des courants convenables à la transmission. L'inventeur a indiqué dans ce but l'emploi d'un transmetteur Wheatstone combiné avec des relais doubles. On envoie ainsi des courants dédoublés, c'est-à-dire pour lesquels chaque onde électrique est nécessairement suivie d'une onde de signe contraire, qui est employée à décharger le câble.

A la partie supérieure, le fil est tendu par un minuscule dynamomètre réglable à volonté. La tension effective varie de 2 grammes à 20 centigrammes. La sensibilité du récepteur est telle qu'avec un élément Callaud, à travers une résistance de 3 mégohms, on obtient des signaux très nets et très lisibles.

L'appareil a été essayé en septembre 1896 sur le câble transatlantique *Brest-Saint-Pierre*, qui appartient à la *Compagnie française des Câbles Télégraphiques;* il a fourni 600 signaux par minute très facilement, alors que le recorder n'en donne guère que 400.

Plus récemment, de nouveaux essais ont été faits sur le câble *Marseille-Alger* appartenant à l'Etat. Au lieu de 600 signaux par minute, qui est la vitesse habituelle, on lisait aisément les signaux transmis à raison de 1.600 par minute. La mise en duplex est d'ailleurs aussi facile qu'avec tout autre système. Il y a donc progrès important et incontestable sur les appareils actuellement existants. Le rendement d'un câble transatlantique est, par là même, au moins doublé. Je ne crois pas que, depuis l'invention du recorder, on ait rien fait en télégraphie sous-marine, qui pût être aussi fécond en résultats.

Gabriel Courtois,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

§ 3. — Chimie physique

La constitution des corps phosphorescents. — Au sujet du récent article de M. Guillaume sur « La Dissociation et les Rayons X [1] », M. Lecoq de Boisbaudran nous a fait l'honneur de nous adresser la lettre suivante :

« ... M. Guillaume dit, au sujet des corps fluorescents :

« Les recherches déjà anciennes d'Edmond Becquerel, celles plus récentes de M. E. Wiedemann et de ses élèves, ont conduit à admettre que les corps phosphorescents sont constitués par un mélange d'un certain composé chimique et d'une impureté qui s'y trouve à l'état très divisé, le tout formant, suivant l'expression fort juste de M. van t'Hoff, une *solution solide*. »

« Il me paraît y avoir peut-être là, quelques petites inexactitudes historiques.

« J'ai toujours cru avoir été le premier à soutenir que les fluorescences sont dues à des matières actives (corps absorbants) contenues [2] dans des masses inertes (corps transparents). J'ai étudié en particulier les effets des matières actives Cr; Bi; Mn; Zx; Zβ; Sm.

« L'illustre physicien Ed. Becquerel, qui a enrichi la science de tant de belles recherches sur les fluorescences et dont personne plus que moi n'admire les travaux, n'avait pas d'abord partagé mes vues sur la cause de la fluorescence : il ne s'y est rattaché qu'après la discussion que j'eus le grand honneur d'avoir avec lui devant l'Académie des Sciences, à propos de la fluorescence rouge de l'aluminium [3].

« Quant à la notion des *solutions solides* je l'ai proposée il y a bien longtemps à l'occasion des corps isomorphes (1866) et je l'ai également employée lors de mes études sur la fluorescence [4]. « Boisbaudran. »

Nous nous faisons un plaisir, en publiant ces déclarations de l'illustre chimiste, de faire remarquer que c'est, en effet, à lui que sont dues les premières observations relatives à ce que l'on peut appeler aujourd'hui *solution solide*. Si les vues profondes qu'il a émises à ce sujet ont pu, dans un récent historique de la question, échapper à l'un des plus érudits parmi les physiciens, c'est qu'elles étaient tellement en avance sur les doctrines régnantes qu'aujourd'hui seulement en apparaissent pour tous le sens précis et la vraie portée.

L. O.

§ 4. — Agronomie

La valeur agricole du « Tout-à-l'Egout ». — On sait que, parmi les procédés proposés pour purifier les eaux d'égout, — procédés physiques, mécaniques, chimiques, — c'est la filtration au travers de sols meubles et perméables qui a, jusqu'à présent, prévalu en France. Les essais dans ce sens, entrepris dès 1869 par Durand-Claye, puis continués avec succès par divers ingénieurs, ayant établi, d'une part l'efficacité de ce mode d'épuration et, d'autre part, l'avantage qu'il peut offrir comme apport d'engrais, on s'est empressé d'envoyer à l'égout à la fois les déjections, les eaux vannes, les eaux résiduaires, diverses eaux plus ou moins polluées, sans se préoccuper de la teneur initiale de ces divers liquides en impuretés et matières organiques. Ce qu'un tel procédé a de trop simpliste devait forcément échapper aux feuilles quotidiennes qui, chez nous, font l'opinion, et c'est aujourd'hui principe admis que l'épandage, tout en satisfaisant à l'hygiène, assure la fertilité du terrain où on le pratique.

Au moment où Paris prépare, pour un avenir prochain, l'épuration terrienne de tous ses résidus aqueux, il ne semble pas inutile de considérer, indépendamment du côté hygiénique, le côté économique de la question. C'est ce que nous permet de faire l'examen des dosages auxquels M. Vincey, professeur départemental d'Agriculture, vient de se livrer sur les eaux avant et après épandage à Gennevilliers.

On sait que la quantité d'eau à faire absorber annuellement au sol cultivé a été fixée en moyenne, dans le cas de Gennevilliers, à 40.000 mètres cubes. Les eaux reçues sont riches en azote ammoniacal et en matières organiques diverses; l'oxydation chimique directe, les actions microbiennes au contact de l'air et à la lumière transforment en nitrate l'ammoniaque des eaux épandues et brûle leurs matières organiques. Aussi, à la sortie des drains, les eaux sont-elles très limpides; elles ne contiennent plus alors qu'une faible proportion de bactéries et de matières organiques; on n'y trouve plus d'ammoniaque; mais elles ne sont pas potables, à cause de la trop grande quantité de sels minéraux qui y sont dissous; on les laisse donc s'écouler dans la Seine.

Aussi était-il intéressant d'établir le bilan de l'apport des égouts en substances fertilisantes et des quantités absorbées par les végétaux. C'est cette espèce de comptabilité que M. Vincey vient de dresser. Elle montre clairement que, si le problème d'hygiène est résolu, la question économique est incomplètement satisfaite.

Constatons d'abord que le chiffre officiel de 40.000 mètres cubes d'eau à épandre chaque année sur un hectare est un maximum en pratique, malgré la cherté des terrains. Mais ce qu'il importe surtout d'indiquer, et ce que les dosages de M. Vincey mettent en pleine lumière, c'est l'utilisation presque infime des matières fertilisantes : dans un champ de 766 hectares, M. Vincey a constaté que, sur 3.433 kilos d'azote annuellement apportés par l'épandage à chaque hectare, 175 seulement se retrouvent dans les récoltes : la perte d'azote est donc de 93 %. La perte d'acide phosphorique est de 90 %; celle de la potasse représente 83 %. C'est seulement un *dixième* de l'eau épandue, dont le contenu dissous est utilisé. D'où cette prévision :

Lorsque Paris déversera ses 200 millions de mètres cubes d'eaux-vannes sur 5.000 hectares, les engrais répandus correspondront à une valeur de seize millions de francs. Les récoltes ne représentant que 1.300.000 francs, on perdra au minimum 95 % de la valeur de l'engrais apporté. Pour utiliser la totalité de cet engrais, il faudrait, on le voit, augmenter dans une proportion considérable les surfaces destinées à le recevoir. Là seulement serait la solution *économique* du problème.

Marcel Molinié.

§ 5. — Médecine

Création d'un Laboratoire de Médecine expérimentale au Collège de France. — Nos lecteurs apprendront avec plaisir qu'un Laboratoire de Médecine expérimentale va être institué au Collège de France et que la direction en sera confiée à notre émi-

[1] *Revue Générale des Sciences* du 15 juillet 1897.
[2] Généralement en petite quantité.
[3] *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, 1887.
[4] *Comptes rendus*, 1887.

nent collaborateur M. A. Charrin. Une telle création s'imposait dans cette grande Ecole de philosophie scientifique où Médecine et Physiologie ont été enseignées par Magendie, Claude Bernard et Brown-Séquard, et où place devait être faite, de notre temps, aux grandes doctrines pastoriennes. Nous nous réjouissons de voir l'introduction officielle de ces doctrines au Collège de France confiée à l'un des savants qui représentent avec le plus d'éclat et d'autorité les tendances nouvelles de la Microbie.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Le Voyage d'étude de la « Revue » au pays des Croisés : Syrie et Palestine. — Livres à lire. — Dans le numéro précédent de la *Revue*, nous avons donné en détail l'itinéraire du voyage au pays des Croisés; nous n'avons pas à y revenir. Rappelons seulement que le départ est fixé au 13 septembre, à Marseille, et que le paquebot de la Compagnie des Messageries Maritimes, le *Sénégal*, touchera successivement à Rhodes, Adalia, Famagouste, Beyrout (Excursion à Damas), Jaffa (Excursion à Jérusalem), La Canée et Messine (Excursion à Taormine).

Ce que nous voulons aujourd'hui, c'est indiquer à ceux de nos lecteurs qui prennent part à cette croisière, les principaux ouvrages à lire; cette bibliographie a été établie d'après les conseils de M. Charles Diehl, professeur à l'Université de Nancy, qui a bien voulu, comme nous l'avons annoncé, accepter la direction de ce voyage. Voici cette liste où l'on a suivi l'ordre même des escales de notre itinéraire :

Rhodes.

V. Guérin : *L'île de Rhodes*. Paris, 1881.

Biliotti et Cottret : *L'île de Rhodes*. Paris, 1881.

C. Torr : *Rhodes in modern times*. Cambridge, 1887.

G. Bukowski : *Die geologische Aufnahme der Insel Rhodus. — Grundzüge des geologischen Baues der Insel Rhodus*, dans les comptes rendus de l'Académie des Sciences de Vienne, 1887 et 1889.

Adalia.

Lanckorouski : *Les Villes de la Pamphylie et de la Pisidie*. T. I. Paris, 1890.

Chypre.

G. Perrot : *L'île de Chypre*, dans la *Revue des Deux Mondes*, décembre 1878, février 1879.

de Mas-Latrie : *L'île de Chypre, sa situation présente et ses souvenirs du Moyen Age*. Paris, 1879. — *Histoire de l'île de Chypre sous les princes de la maison de Lusignan*. Paris, 1852-1861.

E. Deschamps : *Quinze jours dans l'île de Chypre*. (Tour du Monde, 1897, nos 14, 15 et 16).

Syrie et Palestine.

1. — *Histoire et Monuments.*

G. Perrot : *Histoire de l'Art dans l'Antiquité*, t. III. Phénicie, Chypre; t. IV, Judée. Paris 1885-1887.

Dr G. Leron : *La civilisation des Arabes*. Paris, 1884.

Le comte Melchior de Vogüé : *Les églises de la Terre Sainte et la Syrie Centrale*. Paris, 1860. — *Le Temple de Jérusalem*. Paris, 1864.

The Recovery of Jerusalem, édited by W. Morrison. Londres, 1871.

Hull : *The survey of Western Palestine : Jérusalem*. Londres, 1886.

Clermont-Ganneau : *La Palestine inconnue*. Paris, 1876.

Rey : *Architecture militaire des Croisés*. Paris, 1871. *Les colonies franques de Syrie*. Paris, 1883.

Dodu : *Histoire des institutions du Royaume de Jérusalem*. Paris, 1894.

Prutz : *Kulturgeschichte der Kreuzzüge*. Berlin, 1883.

2. — *Commerce et Colonisation.*

W. Heyd : *Histoire du Commerce du Levant au Moyen Age*, traduction française de Furcy Raynaud. Leipzig, 1885.

L. de Baudicour : *La France au Liban*. Paris, 1879.

3. — *Géographie et Géologie.*

Vital Cuinet : *La Turquie d'Asie* (Rhodes et Crète, t. I, fasc. 2; — Adalia, t. I, fasc. 3). Paris, 1891.

E. Reclus : *Géographie Universelle*, t. IX, l'Asie antérieure. Paris, 1884.

M. Blankenhorn : *Beiträge zur Geologie Syriens*. Cassel, 1890. — *Grundzüge der Geologie und physikalischen Geographie von Nordsyrien*. Berlin, 1871.

Crète.

G. Perrot : *L'île de Crète*. Paris, 1867.

Dr Fr. Le Monnier : Article dans la *Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik*, 1897.

B. Haussoullier : *La Grèce continentale et ses îles* (Guide Joanne). Paris, 1896.

Murray : *Greece* (The islands of the Œgæan Sea).

Messine et Taormine.

Gaston Vuillier : *La Sicile*. Paris, 1895.

VOYAGES ET GUIDES.

Gabriel Charmes : *Voyage en Palestine*. Paris, 1884. — *Voyage en Syrie*. Paris, 1891.

Pierre Loti : *Jérusalem*. Paris, 1895. — *La Galilée*. Paris, 1896.

Lortet : *La Syrie d'aujourd'hui*. Paris, 1884.

V. Guérin : *La Terre Sainte*. Paris, 1880.

Vicomte E.-M. de Vogüé : *Syrie, Palestine, Mont-Athos*. Paris, 1887.

Bœdecker : *Palestine et Syrie*. Leipzig, 1893. — *Syrien und Palestina*, 4e édit. allemande. Leipzig, 1897.

Murray : *Asia Minor*, edited by major-general sir Charles Wilson. Londres, 1895. — *Holy land, Syria and Palestine, Jerusalem, Damascus, etc.*, by the Rev. Haskett Smith.

Bœdecker : *L'Italie Méridionale*, Leipzig, 1895.

Ces indications bibliographiques n'ont, bien entendu, aucunement la prétention d'être complètes. Nous n'avons voulu signaler ici que les ouvrages dont la lecture peut être utile à la préparation du voyage, et le rendre ainsi plus profitable.

A ces renseignements d'ordre scientifique on nous permettra d'en joindre un d'ordre pratique :

En tous les pays de domination ottomane, le passeport est absolument nécessaire. Quand nos pères voyageaient, ils n'omettaient jamais de se munir de cette pièce d'identité, mais aujourd'hui ce n'est plus guère dans nos habitudes; aussi beaucoup de personnes nous ont-elles déjà demandé à qui l'on devait s'adresser pour se la procurer. Il faut se faire délivrer par le commissaire de police un certificat qui permet d'établir à la Préfecture le passeport lui-même. On indiquera naturellement le pays où l'on se propose de voyager. Ensuite le passeport sera envoyé, par la poste si l'on veut, à la Chancellerie du Ministère des Affaires Etrangères, qui le timbre gratuitement. Enfin, il doit recevoir le visa (droit à acquitter), soit de l'Ambassade de Turquie à Paris, soit du Consulat Ottoman dans les villes de province où il en existe un. Ces formalités demandent quelques jours, et il sera bon de ne point se laisser attarder.

On nous pardonnera ces détails un peu administratifs. Ils nous ont paru nécessaires et nous nous sommes dit que non seulement dans les sciences, mais encore en toutes choses, on ne saurait apporter trop de précision.

LES INSTITUTS SCIENTIFIQUES

ET LES NOUVELLES UNIVERSITÉS

Tous les chimistes qui lisent la *Revue générale des Sciences* ont certainement remarqué le brillant article publié récemment par mon éminent collègue M. A. Haller [1]. Tous se sont, sans aucun doute, associés au cri d'alarme du savant directeur de l'Institut de Nancy au sujet de l'infériorité manifeste où se trouvent nos établissements d'enseignement chimique, comparés à ceux des autres grandes nations, surtout de l'Allemagne et des Etats-Unis. Les causes de cette infériorité sont malheureusement profondes, et tiennent de trop près à notre régime général, politique et budgétaire, pour que l'on puisse espérer des remèdes efficaces et rapidement applicables.

Quoi qu'il en soit, nous devons une grande reconnaissance à M. Haller d'avoir signalé si nettement et si énergiquement le mal, et de lutter, comme il le fait, contre ce mal. La *Revue*, qui a vulgarisé sa pensée, a droit aussi à une bonne part de cette reconnaissance.

Mais, à côté de ces faits, au sujet desquels tout le monde est d'accord, il en est d'autres, que M. Haller ne signale que tout à fait incidemment, et qui me paraissent, au point où nous en sommes, devoir être examinés avec soin.

Je veux parler du groupement, sous le nom d'*Institut*, — aujourd'hui fort à la mode, — des enseignements des sciences expérimentales dans nos Universités renaissantes, et plus particulièrement des Instituts de Chimie.

Il existait autrefois, dans chaque centre universitaire, une série de trois, quatre ou cinq *Facultés*. On a souvent dit qu'elles vivaient trop séparées les unes des autres, isolées et sans vie commune. Chacune d'elles était subdivisée en un nombre variable de *chaires* occupées par des professeurs qui (nous parlons surtout des sciences expérimentales) avaient, à côté de leur enseignement, la charge de diriger, sous l'autorité de leur doyen, leur service spécial (personnel et matériel).

Aujourd'hui bien des choses ont changé. D'abord, on a donné le nom d'*Université* à la réunion de ces Facultés dans une même ville, espérant créer par là des rapports plus fréquents et plus intimes entre les différents maîtres et les différents étudiants. Puis, on a imaginé de grouper dans des Instituts les chaires et enseignements du même genre, soit de la même Faculté, soit de plusieurs Facultés, pour qu'il en résulte une certaine pénétration et une sorte de vie commune qui semble, en effet, devoir être profitable à l'enseignement et à la science. De sorte que, tandis qu'il n'existait jadis que deux rouages, — Faculté et Chaire, — l'une dépendant de l'autre, ce qui constituait un mécanisme simple, — aujourd'hui nous avons quatre unités distinctes :

Université, *Faculté*, *Institut*, *Chaire*.

Et ajoutons qu'à chaque chaire se trouvent maintenant attachés, non seulement un professeur et ses assistants naturels (chefs des travaux et préparateurs), mais un et souvent plusieurs de ces maîtres à délégation provisoire, à situation incertaine, qui participent à l'enseignement dans des conditions mal définies et fausses, et que, pour augmenter sans doute la confusion, on a désignés par des noms différents (agrégés, maîtres de conférences, chargés de cours complémentaires, etc.), bien que leurs fonctions soient pour tous sensiblement les mêmes. Si bien que tout cela forme un ensemble fort compliqué de rouages manifestement créés et adaptés les uns sur les autres sans idée directrice générale. On y trouve des inventions nouvelles superposées à des choses anciennes qu'il aurait fallu supprimer ou au moins modifier profondément. Et il en résulte que nos Universités ne produisent pas tous les résultats qu'on devrait attendre d'une accumulation aussi considérable d'énergies, de travail et de bonnes volontés.

Que ce soit un bien de donner à des groupes de Facultés le nom d'*Université*, et de les engager à se connaître davantage, nul ne le conteste. Nous regrettons seulement que nos quinze Universités ne soient pas toutes viables, et je crois bien qu'on peut dire que tout le monde le regrette, *même ceux qui ont voté la loi nouvelle*.

Mais je me suis souvent demandé si les trois autres unités existantes — *Facultés*, *Instituts* et *Chaires* — ne constituent pas des rouages trop nombreux, et comment il faudrait organiser la nouvelle unité *Institut* pour en obtenir tous les résultats qu'on est en droit d'en attendre. C'est sur ce dernier point que je voudrais insister.

I

M. Haller, directeur de l'*Institut Chimique de Nancy*, dans les quelques lignes qu'il consacre aux Instituts, paraît approuver sans réserve leur créa-

[1] Livraison du 31 mars 1897.

tion. Directeur d'un autre *Institut Chimique*, j'aurais beaucoup de mal à en dire. Et cependant j'ai de très bonnes raisons de croire que nous avons l'un et l'autre la même opinion.

Ce dissentiment apparent tient surtout, à mon sens, à ce que ce mot d'*Institut* est mal choisi. Il n'est pas dans notre langue française d'expression plus fâcheuse, parce qu'il n'en est pas qui possède autant de sens différents et désigne un aussi grand nombre de choses qui n'ont aucun rapport entre elles. Même dans nos Universités, les Instituts scientifiques ont été créés suivant deux plans tout à fait différents. A Montpellier, leur histoire date du mois de janvier 1889 et leur fonctionnement a commencé quelques mois après.

Comme dans beaucoup d'autres villes universitaires, les Facultés de Montpellier étaient, avant cette époque, munies d'une installation très rudimentaire. Là comme ailleurs, les projets relatifs à la réorganisation des Universités avaient fait naître des espérances et révélé des dangers. Là plus qu'ailleurs, devons-nous dire, parce que l'installation des Facultés y était peut-être plus défectueuse que le voisinage de deux autres grandes villes (Marseille et Toulouse) semblait menaçant, et qu'enfin il se préparait chez nous, pour l'année suivante, des fêtes dont le but avoué était sans doute la commémoration de six siècles d'une existence universitaire brillante, mais dont le but réel était surtout de déterminer les pouvoirs publics à choisir Montpellier comme siège d'une Université régionale.

Déjà les projets d'installation de presque tous les services de la Faculté des Sciences dans un même bâtiment étaient approuvés, lorsque M. le Directeur de l'Enseignement supérieur vint nous proposer un mode de groupement très différent :

Au lieu de les laisser réunis par Faculté, il s'agissait de placer ensemble des services de même nature de trois Facultés (Médecine, Sciences et Pharmacie). Chaque groupe de ces enseignements similaires prendrait le nom d'*Institut* (de Physique, de Chimie, etc.), et les ressources dans chaque Institut seraient mises en commun en prévision d'une vie commune à établir entre professeurs de la même spécialité.

Telle est l'origine et telle devait être la nature des Instituts scientifiques de Montpellier[1].

En réalité l'idée nouvelle, qui pourrait être très féconde, avait des avantages et des inconvénients. Nous étions habitués à vivre côte à côte dans la même Faculté, entre physiciens et chimistes, par exemple, à nous prêter nos ressources, à faire vivre nos étudiants communs d'une vie commune. Il s'agissait de nous séparer les uns des autres pour nous réunir à des collègues peu connus jusque-là et qui donnaient à d'autres étudiants un enseignement analogue. Les avantages sautaient aux yeux. Il est certain qu'il n'y a pas deux ou trois Chimies, deux ou trois Physiques. Les physiciens, par exemple, qui enseignaient la même chose à trois catégories différentes d'étudiants (futurs médecins, professeurs ou pharmaciens) n'ont pas besoin de trois cabinets de Physique distincts, et il est de toute évidence qu'en se réunissant pour n'en former qu'un seul, ils pourront, avec la même dépense, faire beaucoup plus. Et puis, ces trois physiciens trouveront profit à ce mode de groupement au point de vue de leurs travaux personnels. Et les mêmes raisons peuvent être données pour chaque spécialité. — Mais, d'autre part, il est certain d'abord qu'il existe aussi de grandes affinités entre physiciens et chimistes, par exemple, et cette branche nouvelle de la science, née d'hier, et connue sous le nom de *Chimie physique*[1] en est la preuve. Sans doute, avec le nouveau groupement, les trois physiciens n'auraient qu'un seul cabinet de Physique, mais il leur faudrait, à côté, un laboratoire de Chimie. De même, les chimistes n'auraient qu'une seule collection, mais se verraient dans l'obligation d'acquérir pour leur Institut un certain nombre d'appareils de Physique dont ils pouvaient se passer antérieurement. C'est là un fait que l'on oublie peut-être un peu trop.

Enfin, que de difficultés possibles dans cette sorte d'association nouvelle entre des professeurs d'origine, de familles différentes, entre des chaires possédant des richesses et des besoins fort inégaux, entre des étudiants de nature différente appelés à puiser les uns comme les autres dans les ressources communes et à travailler dans les mêmes laboratoires ! Cette dernière considération, la plus grave peut-être, ne nous échappa pas ; mais nous pensions que l'adoption de ce nouveau mode de groupement, qui pourrait être une des plus grosses réformes faites dans ce siècle dans l'organisation de nos enseignements scientifiques, serait sans doute immédiatement suivie d'une réglementation de nature à en assurer le bon fonctionnement.

On voit donc que cette modification devait se traduire par un gain et par une perte. A tort ou à raison, nous pensâmes que le gain serait supérieur à la perte et nous acceptâmes. Il fut seulement

[1] Chose remarquable, un projet de même nature, quoique moins général, avait été formulé par l'illustre chimiste Gerhardt dès 1855. Gerhardt avait proposé de réunir à Strasbourg les trois enseignements chimiques de la Faculté de Médecine, de la Faculté des Sciences et de l'École supérieure de Pharmacie. Mais ce projet n'avait jamais été exécuté.

[1] Science presque nouvelle, sur l'importance de laquelle M. Haller insiste avec tant d'autorité, et que le régime des *Instituts* (modèle de Montpellier) est loin de favoriser.

convenu que les chaires de Physique et de Chimie de la Faculté de Médecine resteraient en dehors des nouveaux Instituts. La réforme projetée, et dès ce moment certaine, du certificat P. C. N., devait, en effet, enlever à ces chaires leur ancien caractère et leur donner celui d'un enseignement biologique; dès lors, il était indiqué de les réunir à la chaire de Biologie de la même Faculté de Médecine.

L'Institut de Chimie (du corps des Facultés, et aujourd'hui de l'Université de Montpellier) comprenait donc les deux chaires de Chimie de la Faculté des Sciences et de l'École supérieure de Pharmacie [1].

II

Une fois ces bases acceptées, les locaux furent rapidement aménagés pour les divers Instituts. Le 24 mai 1890, ils étaient solennellement inaugurés par M. le Président Carnot, entouré d'une partie de son Conseil des ministres, pendant que les drapeaux se déployaient et que M. le Ministre Bourgeois annonçait, en un discours officiel, le dépôt de son projet de loi sur les Universités régionales. Et depuis sept ans beaucoup de personnes pensent que ce nouveau rouage des Instituts marche et fonctionne à la satisfaction de tous.

J'ignore absolument ce que peuvent contenir les rapports officiels, mais j'imagine qu'ils doivent donner de nos Instituts une idée favorable. L'*Institut de Chimie* notamment, formé par la réunion de deux chaires de Chimie de la Faculté des Sciences et de l'École supérieure de Pharmacie, occupe une surface bâtie de plus de 1.300 mètres carrés, sur deux ou trois étages. Il comprend deux vastes salles de travaux pratiques, deux salles de cours, des laboratoires de recherches, des installations particulières pour les professeurs, des magasins, des salles de collections, le tout aménagé pour répondre à tous les besoins. Son personnel est formé de deux professeurs titulaires, dont l'un est directeur de l'Institut, de deux professeurs auxiliaires (agrégé et chargé d'un cours complémentaire), de deux chefs des travaux, et de trois préparateurs. Les étudiants sont au nombre de 250, dont 120 pour le certificat P. C. N., 100 pour la Pharmacie, 30 pour les certificats de licence, l'agrégation ou le doctorat ès sciences. Il est certain qu'il y a là les éléments d'une prospérité relative, et que ces quelques détails donnent l'impression de quelque chose de bien vivant.

En réalité, la situation est beaucoup moins séduisante. A l'origine, les deux chaires devaient se pénétrer, se fondre, mettre en commun leurs ressources et leurs efforts pour le plus grand bien des études, de l'enseignement et des travaux scientifiques. — En fait tout est resté séparé, rien n'a été réuni. Chacune des deux chaires est bien installée, mais elles vivent côte à côte, sans pénétration aucune, sans vie commune, comme des étrangères. L'*Institut* n'existe que de nom. Nous avons donc perdu les avantages de l'état de choses ancien, et nous n'avons rien gagné.

Et, lorsqu'on y réfléchit (depuis sept ans j'y ai beaucoup réfléchi), on voit qu'il doit nécessairement en être ainsi tant qu'on ne fera rien pour donner la vie au nouveau rouage qu'on a voulu créer. Cela ne tient nullement aux personnes, mais à la nature des choses, et au véritable antagonisme qui existe actuellement entre nos Facultés et les nouveaux Instituts. L'organisation générale de nos établissements d'enseignement supérieur est ainsi faite que deux chaires de même nom appartenant à deux Facultés différentes sont aussi étrangères que possible l'une à l'autre. Ces Facultés sont propriétaires de leurs biens et de leurs collections; elles ont des besoins et des ressources qui ne sont pas les mêmes; elles donnent un enseignement à des étudiants qui ne se ressemblent pas du tout, en vue de carrières différentes; leurs professeurs n'ont pas la même origine et il en est de même de tout le personnel auxiliaire; la situation même de ce personnel est différente; le régime des cours et des examens n'a rien d'analogue. Il est impossible de faire une même famille avec des éléments aussi disparates. Surtout, il ne suffit pas de dire à un des deux professeurs : « Vous êtes directeur de l'*Institut* », pour que cet Institut fonctionne.

Aussi n'avons-nous rien de commun. Une des salles du cours, il est vrai, appartient à tous, mais de cette manière que les uns l'occupent pendant trois jours et les autres pendant les trois autres jours de chaque semaine. Les salles de collections aussi sont communes, mais en ce sens que les collections des deux chaires s'y trouvent *dans des armoires distinctes*, et si nous voulions mettre nos ressources en commun pour créer une collection d'*Institut*, nous en arriverions à avoir une *troisième* collection dans les mêmes salles. Quant aux magasins, ils ont bien vite été séparés.

Cette réunion, d'ailleurs, qui avait qualité pour la faire? Le directeur, qui n'a même pas autorité sur le garçon de salle, ne peut en avoir aucune sur des collègues et tout un personnel dépendant d'une autre Faculté. Et si cette réunion existait, qui serait responsable? Qui surveillerait et réglementerait l'emploi et l'entretien des collections? Aussi je suis, je l'avoue, très effrayé d'apprendre que l'Université de Lyon se propose de dépenser 1.300.000 francs pour réunir sous le nom d'*Institut*

[1] L'École supérieure de Pharmacie possède, en outre, une chaire d'Analyse chimique qui n'a jamais été réunie à l'*Institut de Chimie*. Il est difficile de savoir pourquoi.

de Chimie ses quatre chaires de Chimie de la Faculté des Sciences et de la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie. J'ai l'intime conviction que, si l'essai fait à Montpellier n'a rien produit, il ne produira pas davantage sous une autre latitude, — à moins cependant que le mot d'*Institut de Chimie* de l'Université de Lyon ne soit qu'une étiquette, et qu'en réalité on installe dans le bâtiment projeté *deux* Instituts de Chimie, un pour chaque Faculté. Mais alors il n'y aurait pas grand changement, sauf une installation matérielle meilleure.

Cependant, me dira-t-on, l'*Institut Chimique de Nancy* fonctionne admirablement. Sans doute, mais ne soyons pas dupes d'une identité de mots. C'est là précisément le point délicat. Si l'Institut de Nancy fonctionne à la satisfaction de tous et fait bonne figure à la frontière en face des gigantesques établissements allemands, c'est qu'il est d'une tout autre nature. C'est un Institut Chimique de la *Faculté des Sciences de Nancy*, et non pas un Institut chimique de l'*Université de Nancy*. J'entends par là que tous les services, tout le personnel, toutes les collections de cet Institut dépendent de la *seule* Faculté des Sciences de Nancy. On n'y trouve aucun élément apporté par la Faculté de Médecine ou l'École Supérieure de Pharmacie de la même ville. Son directeur est simplement le délégué du Doyen de la Faculté des Sciences ; il tient de lui son autorité sur des services qui sont tous de *la même* Faculté; par suite, il peut avoir responsabilité et direction effective.

C'est encore suivant le même principe qu'ont été organisés les Instituts scientifiques de Lille dont M. H. Moissan et M. Matignon ont donné une description détaillée dans cette *Revue*[1], et qui sont encore des Instituts de la *Faculté des Sciences de Lille*, et point du tout des Instituts de l'*Université de Lille*. Et je disais plus haut que c'est encore cette forme que devrait prendre, au moyen d'un dédoublement complet et facile, l'Institut de Chimie projeté de Lyon, si l'on veut qu'il réussisse.

Je remarquerai seulement que, si c'est à cela que se réduit l'idée des *Instituts*, il n'était guère nécessaire de recourir à un mot spécial pour désigner une chose aussi simple et si voisine de ce qui existe partout. En réalité, sauf la situation personnelle de certains d'entre eux, les collègues de M. Haller me paraissent avoir un rôle tout à fait analogue à celui de nos maîtres de conférences ou chargés de cours complémentaires. Ils dépendent du directeur de l'Institut autant que ceux-ci du professeur titulaire dans nos chaires ordinaires. L'Institut de Nancy est, en somme, une chaire de Chimie unique comprenant comme personnel un professeur et un certain nombre d'auxiliaires.

Ainsi, on a créé jusqu'ici deux sortes d'Instituts :

1° *Institut de Faculté* (Nancy, Lille), — tous les services dépendant de la même Faculté;

2° *Institut d'Université* (Montpellier), — les services appartenant et restant attachés à des Facultés différentes.

Je dis qu'avec l'organisation générale actuelle de notre enseignement supérieur, seuls les Instituts de Faculté sont viables.

Si donc on veut donner réellement l'existence aux rouages nouveaux créés à Montpellier il y a sept ans, il faudra que, tôt ou tard, on se décide à rattacher à la même Faculté tous les services qui font partie d'un même Institut. C'est à cette condition seule que l'idée de M. le Directeur de l'Enseignement supérieur, — qui pourrait être si féconde si l'on en rendait l'application praticable, — pourrait produire tous ses résultats.

III

En dehors de ces deux types, profondément distincts, d'Instituts, il y en aurait un autre dont le fonctionnement serait également possible, mais qui n'a pas été jusqu'ici appliqué aux Instituts scientifiques.

Lorsque, il y a quinze ans, on voulut organiser, dans chaque centre académique, une bibliothèque universitaire, on se trouva aussi en présence d'une situation ancienne, chaque Faculté possédant une bibliothèque séparée : de là des doubles emplois, absolument comme avec notre ancien système des chaires de même nom dans chaque Faculté. Cependant on ne prit pas le parti de rattacher toutes ces richesses à une Faculté unique; on songea encore moins à les réunir en un seul établissement tout en les laissant dépendre de leurs Facultés d'origine; on déposséda simplement les Facultés de leurs biens et on créa un service distinct, tout à fait indépendant de toutes les Facultés : c'est la *Bibliothèque universitaire* actuelle. Là encore le fonctionnement est possible parce qu'il est normal et naturel. Le bibliothécaire est un véritable directeur d'Institut; il ne dépend d'aucun doyen, mais seulement de l'Université. Aussi, malgré certains inconvénients de détail qu'il serait bien facile de faire disparaître, on peut dire que ces Instituts de Livres fonctionnent parfaitement. Peut-être ce type d'Institut, tout à fait différent des précédents, serait-il le meilleur. Pourquoi, par exemple, tous les chimistes ne seraient-ils pas réunis dans un même Institut qui ne conserverait plus aucune attache avec leurs Facultés d'origine et qui ne dépendrait plus que de l'Université ?

[1] Voyez la *Revue* du 15 juin 1895.

Je n'ignore pas la grosse objection que l'on ferait à cette idée : ce serait, en somme, créer, sous le nom d'Institut, un assez grand nombre de petites Facultés nouvelles. Mais je crois que la valeur de cette objection tient surtout à ce que nous avons de la peine à nous débarrasser de nos préjugés et de nos anciennes habitudes. Il faut avoir la force de le voir et le courage de le dire : la loi sur les Universités nouvelles, quelque timide qu'elle ait été, est une réforme extrêmement sérieuse. Ces Universités nouvelles ne doivent pas être ce qu'étaient les Universités anciennes; elles ne doivent pas être non plus un mot nouveau qui couvrirait simplement l'état de choses que nous avons connu. Et, si je ne me trompe, l'idée *Université* doit peu à peu faire disparaître l'idée *Faculté*, laquelle n'a plus rien de moderne et de scientifique. Je sais bien qu'autrefois les Universités comprenaient des Facultés différentes; mais c'est que nos écoles avaient alors un caractère professionnel, dont nous tendons de plus en plus à nous affranchir. Aujourd'hui, semble-t-il, c'est la science générale, universelle, que nos Universités doivent enseigner par leurs organes multiples, et ces organes sont non pas les Facultés distinctes par leurs costumes et leurs usages, mais les maîtres de l'Université, et tous ces maîtres, aussi bien les uns que les autres, auxquels il serait temps d'accorder sans distinction le titre uniforme de professeur d'Université, que le public et le bon sens leur donnent depuis longtemps[1]. C'est la science vue de haut, sans se préoccuper outre mesure de l'utilité des diplômes en vue de telle ou telle carrière déterminée. Les anciennes Universités faisaient des théologiens, des juristes, des médecins, des pharmaciens, et l'Université impériale avait respecté ces divisions; nos Universités nouvelles feront des hommes instruits, ce qui est mieux.

Et je crois que nos arrière-neveux, qui vivront sans doute de cette pleine vie universitaire, seront surpris d'apprendre que pendant si longtemps des barrières ont été élevées entre des enseignements qui, en réalité, doivent se toucher et se pénétrer à tout instant, par exemple entre les cours de Chimie préparant à la licence et ceux qui conduisent au grade de pharmacien de 1re classe ou supérieur, entre les leçons d'histoire romaine données à nos Facultés de Droit et celles de nos Facultés des Lettres.

Et le jour où ces distinctions subtiles auront disparu, il n'y aura plus que des professeurs d'Université; les Facultés et aussi les chaires (dans le sens qu'on donne encore à ce mot) auront disparu.

C'est alors que l'idée des *Instituts* apparaîtra dans toute sa simplicité comme dans toute sa force.

Toutes les fois que deux, ou un plus grand nombre d'enseignements présenteront assez d'affinités pour qu'il y ait avantage à les réunir dans un même local, à les faire profiter des mêmes ressources, on en fera un *Institut* sur le type des *Bibliothèques universitaires*, véritable Institut d'Université, pourra-t-on dire alors, dépendant seulement du chef et du Conseil de l'Université, sous la direction d'un des professeurs qui sera chargé de veiller à l'entretien et au développement des ressources communes.

Nous sommes évidemment bien loin d'une semblable organisation, et, si je l'indique, c'est parce que je crois que c'est un état vers lequel nous tendons fatalement par suite de l'évolution lente des idées, qui se dessine déjà.

Pour me résumer, je vois deux types d'Instituts possibles :

1° Les véritables *Instituts d'Université*, conçus sur le type des Bibliothèques universitaires actuelles, c'est-à-dire comprenant des services n'ayant plus aucune attache avec leurs Facultés d'origine. C'est certainement l'idée la meilleure, mais elle ne paraît réalisable que lorsque, peu à peu, lentement, la notion de *Faculté* aura disparu.

2° Les *Instituts de Faculté*, comme ceux de Nancy ou de Lille, formés par des services et des enseignements qui appartiennent tous, pour chaque Institut, à la même Faculté. Ce type pourrait être réalisé partout dès maintenant, à la condition d'apporter un peu d'énergie dans les réformes.

La seule chose qu'il ne faut pas faire, c'est ce qu'on a tenté à Montpellier et ce qu'on paraît vouloir essayer de nouveau à Lyon : dire à deux, trois ou quatre professeurs de Facultés différentes : « Réunissez-vous ». Ils ne se réuniront pas.

R. de Forcrand,
Directeur de l'Institut de Chimie de l'Université de Montpellier.

[1] Faisant ainsi disparaître ces situations fausses faites à tous nos auxiliaires (agrégés, maîtres de conférences, etc.) et aussi cette diversité de titres au milieu desquels on se perd.

L'ÉTAT ACTUEL DE L'ÉLEVAGE DU PORC EN FRANCE

Il s'est produit en France, vers le mois de novembre dernier, une véritable « crise du porc » causée par l'avilissement des cours, qui a vivement émotionné le monde agricole.

Un peu partout, dans le Nord, l'Artois, en Bretagne, dans le Jura, à Lyon, à Dijon, etc., les Sociétés d'Agriculture et les Syndicats ont discuté la situation et cherché à y porter remède, en appelant sur cet état de choses l'attention des pouvoirs publics et, le 8 décembre dernier, la question a été discutée au Parlement. M. l'abbé Lemire, insistant sur le bas prix auquel était arrivé le porc, prétendait que cet état fâcheux était dû à l'importation considérable des animaux étrangers en France. A quoi, M. Méline, Président du Conseil et ministre de l'Agriculture, a répondu que la mévente des porcs français tenait à d'autres causes, notamment à une augmentation considérable de production résultant du bas prix des pommes de terre, qui, comme on le sait, constituent dans nos campagnes la base de l'alimentation du porc.

M. Méline avait raison, et M. Lemire n'avait pas tout à fait tort. Tout récemment M. Jonnart, député du Pas-de-Calais, pour porter remède à cet état de choses, a déposé un projet de loi tendant au relèvement des droits de douane sur les porcs, les produits de la charcuterie et les saindoux.

En attendant que ce projet de loi vienne en discussion, on a cherché à atténuer le mal en maintenant au budget les chiffres des commandes de la Guerre et de la Marine qui devaient être diminués. Mais, comme le fait observer M. E. Delval, ce n'est là qu'un palliatif. Qu'est-ce, en effet, que quinze mille quintaux d'assurés, quand on compare cette quantité à la masse totale des produits qui augmente chaque année et à l'envahissement progressif de l'industrie étrangère? Au demeurant, cette question porcine, très spéciale en apparence, n'en a pas moins une importance considérable au point de vue agricole et économique. Elle intéresse directement l'élevage et la charcuterie, qui, l'un et l'autre, mettent en œuvre de nombreux capitaux. Comme telle, elle mérite d'être examinée tout au moins sommairement.

I. — Considérations économiques.

On compte en France, à l'heure actuelle, environ 6.310.000 individus de la race porcine, appartenant, non seulement aux agriculteurs, mais encore aux petits cultivateurs et métayers, qui, jusque dans ces derniers temps, avaient retiré de l'élevage de cet animal un bénéfice considérable. Or, tandis qu'il y a deux ans encore les porcelets de un mois ou six semaines se vendaient couramment 20 à 30 francs pièce et le porc gras de 1 fr. 15 à 1 fr. 30 le kilo, ces cours, dans ces derniers temps, sont tombés respectivement à 3 francs et 2 fr. 50 pour les porcelets, et à 1 franc et 0 fr. 80 pour le gras. Comme on le voit, c'est un véritable désastre.

Au marché de la Villette, les cours se sont maintenus un peu plus élevés, mais ils n'en ont pas moins subi une baisse sensible sur les années précédentes, comme le montre le tableau I.

Tableau I. — Prix moyen à la Villette du kilo de porc (des trois qualités).

ANNÉES	PRIX MOYEN du kilo
1892	1 fr. 26
1893	1 fr. 42
1894	1 fr. 48
1895	1 fr. 31
1896	1 fr. 01

Ce qu'il y a de curieux, c'est que la charcuterie, tout au moins dans les grandes villes, a maintenu ses cours. Ainsi, depuis la crise, la viande de porc n'a pas coûté moins de 1 fr. 50 à 2 francs le kilo. Circonstance d'autant plus fâcheuse que le consommateur ne profite guère de la décadence du marché; seul, l'intermédiaire y trouve son bénéfice.

Il est hors de doute aussi, on aurait tort de ne pas le reconnaître, qu'en 1893 et 1894, les cultivateurs ont vu l'âge d'or de l'élevage du porc; par cela même cet élevage a pris une extension considérable, ce qui a amené une surproduction qu'on ne peut nier.

Mais, d'autre part, il y a eu aussi, quoique la chose semble anormale en apparence, un accroissement considérable des importations étrangères depuis le commencement de l'année 1896. C'est ainsi que, d'après les documents publiés par l'administration des douanes, dans les cinq premiers mois de 1896, il est entré en France, *en plus* que pendant la période correspondante de 1895 :

47.443 porcs gras,
7.488 cochons de lait,
973.300 kilos de viande fraîche,
1.626.700 — de viande salée et jambons,
268.107 — de charcuterie diverse,
7.227.000 — de saindoux[1].

[1] Il a été importé en France, en 1893, 2.399.000 kilos de viandes salées; en 1894, 4.728.000 kilos; en 1895, 6.771.000 kil. Il est entré encore, en 1892, 427.000 kilos de charcuterie

Dans ces derniers temps, les importations sont surtout venues de Hollande, et ce fait s'est produit assez brusquement, car, tandis qu'avant 1895 nous ne recevions pas de porcs de ce pays, l'année 1895 compte 7.232 porcs hollandais, sur une importation totale de 87.096 porcs. En 1896, les porcs hollandais figurent dans le total pour plus de 58.000 têtes. Or, comme l'a fait observer M. Jonnart, député et Président de la Fédération des Sociétés agricoles du Pas-de-Calais, « ces porcs étaient (en grande partie) des porcs belges, qui, ne pouvant entrer directement chez nous, notre frontière leur étant fermée, étaient allés faire une promenade sur le territoire néerlandais, et avaient ensuite gagné le nôtre avec des certificats attestant qu'ils étaient de Hollande ».

A ces porcs hollandais, il faut ajouter ceux venant de l'Allemagne et de l'Italie et surtout de l'Ouest américain où l'abatage n'a jamais été aussi formidable, puisqu'il a dépassé 17 millions de têtes.

Mais cet accroissement dans les importations a eu une autre conséquence, autrement grave pour l'élevage français; c'est que l'état sanitaire des porcs introduits était souvent sujet à caution; il y a eu notamment une recrudescence marquée de *rouget*, qui est venue s'ajouter à l'acuité de la crise [1].

II. — Production porcine en France et a l'Étranger.

Nous avons vu qu'à l'heure actuelle, la France compte une population porcine évaluée à six millions 310.000 têtes (adultes et jeunes); il est à remarquer que cette population est en progression très sensible, comme le montrent les chiffres qui suivent, que nous empruntons aux documents officiels, principalement au *Bulletin du Ministère de l'Agriculture* et au *Bulletin de Statistique* :

En 1789,	nous comptions. . . .	4.000.000	porcs.
1812	—	4.655.700	
1829	—	4.968.597	—
1840	—	4.910.721	—
1852	—	5.246.403	—
1866	—	5.889.624	—
1872	—	5.377.331	—
1883	—	5.800.000	
1893	—	5.860.592	—
1894	—	6.038.372	—
1895	—	6.306.019	—

Le département qui élève le plus de porcs est celui de Saône-et-Loire, qui comptait, en 1895, 268.654 têtes; en seconde ligne, vient celui de la Dordogne [1]. Indépendamment du département de

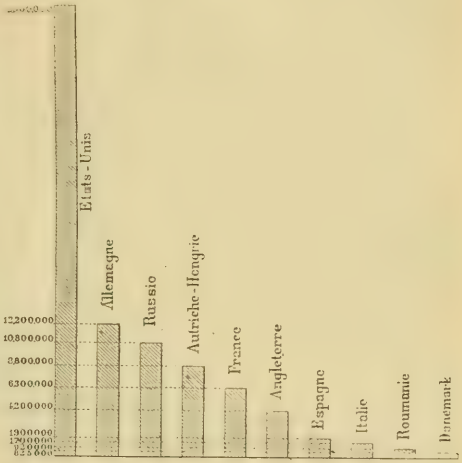


Fig. 1. — *Population porcine des principaux États.*

la Seine qui, par sa faible étendue, ne peut entrer en ligne de compte (2.611 porcs), celui qui en élève le moins est celui des Alpes-Maritimes, avec 8.450 têtes. La carte ci-jointe (fig. 2) donne, d'ailleurs, la répartition de la population porcine sur tout le territoire français.

Sous le rapport de la population porcine, la France est, du reste, loin d'être en retard sur les autres Puissances. En Europe, il n'y a que l'Allemagne et la Russie dont l'effectif soit plus considérable. C'est ce que montre en représentation graphique la figure 1. Par contre, les Etats-Unis d'Amérique se livrent à la production du porc sur une échelle inconnue chez nous. En effet, la

fabriquée: en 1893, 504.000 kilos; en 1894, 697.000 kilos; en 1895, 877.000 kilos.

Il faut ajouter à ces chiffres les saindoux étrangers; en 1893, 7.504.000 kilos; en 1894, 16.487.000 kilos et en 1895, 17.000.000 kilos.

[1] Peut-être de ce côté y a-t-il eu quelque négligence de la part de l'Administration! Quoi qu'il en soit, M. Jonnart, dans l'intéressant rapport qu'il a présenté à ce sujet, termine par un appel aux cultivateurs, que nous croyons utile de reproduire : « Qu'ils s'informent de la provenance des animaux exposés dans nos marchés, des conditions dans lesquelles se fait l'importation du bétail étranger et qu'ils n'hésitent pas à nous transmettre leurs renseignements et leurs réflexions, afin que nous puissions, le cas échéant, réclamer une répression sévère des fraudes ou des négligences qui se commettent à la frontière et qui coûtent si cher à nos éleveurs. » Il convient de remarquer qu'en décembre dernier, le Gouvernement, ému des doléances des cultivateurs, a promulgué un décret fermant nos frontières à l'entrée du bétail hollandais.

Outre l'effet moral produit par cette mesure, on a constaté un certain relèvement des cours, tout au moins dans la région du Nord.

[1] C'est également dans ces deux départements qu'on consacre la plus grande étendue à la culture de la pomme de terre : 54.321 hectares en Saône-et-Loire, et 50.000 hectares dans la Dordogne.

statistique de 1895 indique pour ce pays une population porcine de 43.000.000 de têtes, soit à

Fig. 2. — *Répartition de la race porcine en France.*

peu plus autant que de bêtes bovines. C'est principalement dans la zone centrale, où la culture du maïs a pris tant d'extension, que cet élevage est en pleine prospérité. « La production de la viande de porc aux Etats-Unis, dit M. G. Morrow, est en raison directe de la production abondante et peu coûteuse du maïs. Ainsi, les sept grands Etats à maïs ont, d'après les estimations, 20 millions de

cochons, c'est-à-dire presque la moitié du nombre total, et une moyenne de près de 3 millions pour chaque Etat. »

C'est l'Iowa, l'Illinois, le Missouri et le Kansas qui tiennent la tête; la raison en est, sans doute, dans l'abondance extraordinaire du maïs, et aussi, comme le fait observer M. Marcel Blanchard, dans le grand développement qu'y acquiert aussi la laiterie, les résidus de cette industrie étant, aux Etats-Unis, comme chez nous, un des facteurs les plus puissants d'un bon élevage du porc.

C'est l'industrie du porc salé qui domine aux États-Unis. Il y a quelques années, le centre de ce commerce était la ville de Cincinnati, mais aujourd'hui Chicago a pris le dessus. C'est ainsi que la seule maison Armour et Cie tue et expédie environ 1 million 800.000 porcs par an.

En Allemagne, c'est dans le duché d'Oldenbourg que l'élevage du porc a le plus d'importance. Dans ce pays, la statistique fait ressortir un contingent de 60 bêtes porcines par 100 habitants, tandis que dans les autres parties de l'Allemagne, la proportion ne s'élève pas au-dessus de 24,4 %.

III. — Races porcines.

Les races porcines élevées en France sont très nombreuses, et, en raison des nombreux croisements avec les races étrangères dont elles ont été l'objet, il règne une assez grande confusion dans leur synonymie. Cependant, M. A. Sanson, professeur de Zootechnie à l'Ecole de Grignon et à l'Institut Agronomique, les ramène à trois types nettement caractérisés : *asiatique*, *celtique* et *ibérique*.

Indépendamment de ces types, que M. Sanson considère comme spécifiques, il existe de nombreux croisements.

Les porcs anglais, dont le principal mérite est la précocité, résultent de croisements effectués entre les porcs *ibériques* et *asiatiques*. Les cochons de Yorkshire, de Leicester, d'Essex, de Berkshire, de Hampshire, etc., n'ont pas d'autre origine.

« En Angleterre, comme le fait remarquer M. Sanson, on a fini par renoncer à toute idée de catégorie et à ne juger que la valeur individuelle des porcs d'après leur *pedigree*. C'est là qu'on en est maintenant. Les Anglais se sont convaincus qu'ils n'avaient réussi à créer aucune race de porcs [1]. Ils s'en tiennent à la prétention d'avoir réalisé des machines extrêmement puissantes pour la transformation rapide des aliments en chair et graisse, surtout en graisse ».

[1] Cette manière de voir n'est pas admise par tous les zootechniciens et les zoologistes, car tous ne définissent pas la *race* de la même manière.

Certes, cette prétention est fondée, et la réputation de ces machines est telle qu'elles se sont répandues partout, en France, en Hollande, en Belgique, en Allemagne, en Amérique et en Italie, pour améliorer l'aptitude des bêtes porcines de ces divers pays.

IV. — Elevage et engraissement.

En France, l'élevage du porc se fait de deux manières bien distinctes. D'une part, chez les petits cultivateurs ou ménagers, on n'entretient qu'un petit nombre de ces animaux, quelquefois même, et le plus souvent, un seul. En général, les soins, dans ce cas, laissent quelque peu à désirer; on nourrit ordinairement au maximum pour rentrer plus vite dans les déboursés. D'autre part, dans bon nombre de grandes exploitations, on peut voir des porcheries modèles, bien aménagées, où les animaux sont soignés avec discernement et nourris selon les principes de l'alimentation rationnelle. C'est surtout dans les régions où l'on pratique en grand la culture de la pomme de terre ou les transformations du lait, qu'on rencontre ces porcheries modèles.

Cependant, même dans ces grandes fermes, la propreté et surtout l'espace nécessaire aux porcs ne sont pas toujours bien compris, ce qui n'est pas sans inconvénients, non seulement en ce qui concerne l'accroissement rapide des sujets, mais encore au point de vue des maladies qu'ils peuvent contracter.

Les dimensions, largeur et longueur nécessaires, aération, etc., pour que le porc puisse être à l'aise dans sa loge, dépendent évidemment de la race et de l'âge, ce qui explique pourquoi les auteurs et même les praticiens, sont loin d'être d'accord à ce sujet.

Cette question étant fort controversée et d'une grande importance pratique, nous croyons utile de donner ici sous forme de tableau, les dimensions des loges de porcs, selon les divers auteurs (tableau II, page 622).

Comme on peut avoir des porcs d'engrais de 1m,20 de longueur et de 0m,60 de largeur, il faut que, pour ce cas, la loge ait au moins cette longueur (1m,20) et une largeur telle que ce porc puisse s'y coucher; or, nous croyons que 0m,85 suffisent, mais que ce chiffre n'a rien d'exagéré, et que ces deux dimensions sont précisément celles qui correspondent à la surface de 1m,012 indiquée par M. Méchi pour ses grands porcs d'engrais.

Dans les porcheries, il faut renoncer aux auges en bois. Celles en pierre dure ou en tôle de fonte, fixées dans les murs, de façon que l'on puisse distribuer la nourriture du dehors, sont les meilleures;

il va sans dire qu'il faut toujours les tenir très propres.

Pendant l'engraissement, — qui, suivant les races, dure de deux mois et demi à trois mois, et qu'on ne doit commencer chez les sujets précoces qu'à l'âge de cinq ou six mois, — les porcs sont tenus au repos complet et enfermés dans un lieu obscur.

Tableau II. — Dimensions des loges à porcs.

AUTEURS	ESPÈCES	SURFACE DE LA LOGE en MÈTRES CARRÉS		DIMENSIONS DE LA LOGE			
				LONGUEUR		LARGEUR	
		minimum	maximum	minimum	maximum	minimum	maximum
Viborg	Grand porc	5,04	9 »	2,50	3,02	2,75	2,09
De Perthuis	Truie	3,10	»	2,33	»	1,05	» »
—	Porc d'engrais	2 »	»	2 »	»	1 »	» »
De Gasparin	Truie	3,20	3,50	2 »	2,10	1,60	1,68
—	Verrat	2 »	3 »	1,08	2 »	1,01	1,50
—	Cochonneau	1,03	1,05	1,41	1,50	1,90	1 »
Méchi	Grand porc d'engrais	0,83	1,01	1 »	1,20	0,83	0,84
—	Petit porc d'engrais	0,55	0,74	0,88	0,92	0,62	0,80
Ferme de Grignon	Porc d'élevage	3,06	4 »	1,90	2 »	1,85	2 »
—	Porc d'engraissement	3 »	3,60	1,90	2 »	1,60	1,80

Suivant les circonstances, leur nourriture consiste alors en herbes : trèfle, luzerne, vesce, fèves, etc. ; racines : carottes, pommes de terre, etc. ; fruits : faines, glands ; résidus de distilleries, huileries, etc. ; grains : orge, sarrasin, maïs, etc. ; substances animales : viande, eaux grasses, lait écrémé, petit-lait, etc.

« Le petit-lait qui, pendant le jeune âge, comme le fait remarquer M. le Dr G. Pennetier, peut être suffisant, n'est pas un aliment complet d'engraissement. Son mélange avec les pommes de terre seules serait également insuffisant; mais, associé à des pommes de terre et à des grains, ou à des pommes de terre ou des châtaignes, des pois, du maïs ou de l'orge, il augmente rapidement le poids des animaux dans les derniers temps de l'engraissement. Ajoutons que la digestibilité de ces aliments est accrue par la cuisson. Il importe, dans la dernière période de l'engraissement, de bien choisir son aliment concentré en vue de la qualité du lard, et M. Sanson conseille pour cela de faire usage du maïs [1] ».

Voici, tableau III, quelques types de rations modèles empruntés à MM. Ayraud, Boussingault et Sanson.

Tableau III. — Rations alimentaires.

ALIMENTS	VERRATS (poids moy. de 100 kilos)	TRUIES en gestation ou nourrices (100 kilos)	TRUIES nourrices	TRUIES nourrices	TRUIES nourrices	TRUIES nourrices	JEUNES PORCS en croissance 50 kilos)
	kilos gr.	kilos gr.	kilos gr.	kilos gr.	kilos gr.	kilos gr.	kilos gr.
Lait de beurre	3 »	6 »	» »	2 »	» »	» »	3 »
Lait écrémé ou caillé	» »	» »	6 »	» »	» »	» »	» »
Eau grasse	3 »	» »	» »	6 »	6 »	6 »	» »
Pommes de terre	4 »	4 »	6 »	4 »	4 »	» »	6 »
Légumes divers	5 »	3 »	» »	» »	» »	7 »	
Son de froment	» »	1.500	» »	1 »	» »	» »	0,250
Farine d'orge	» »	» »	» »	» »	2 »	» »	» »
Farine de seigle	» »	» »	1.225	» »	» »	» »	» »
Maïs concasse	» »	» »	» »	» »	» »	1 »	» »
Viande cuite	» »	» »	» »	0.500	» »	» »	» »

Voici, tableau III, quelques types de rations modèles empruntés à MM. Ayraud, Boussingault et Sanson.

On a considéré, à tort, la viande produite par la nourriture animale, comme mauvaise : elle n'est pas, il est vrai, de première qualité, mais elle est salubre et aussi bonne, même meilleure que celle des porcs nourris avec des résidus de fabrique exclusivement. D'ailleurs, pour une même alimentation, la qualité de la viande varie beaucoup avec

[1] On reconnaît le degré d'engraissement en maniant le dos et les côtes, ou mieux encore la pointe du sternum entre les deux jambes de devant. La présence, en ce dernier endroit, d'un bourrelet de graisse, indique sûrement que l'animal est gras.

les différentes races, comme l'a montré Baudement.

Les rendements en viande sont très variables, ce qui se conçoit facilement, puisque les porcs les plus gros et les plus gras sont ceux qui fournissent le plus de viande. Les os, suivant la précocité, représentent 5 à 7 °/₀ du poids vif. Un porc fournit, en général, de 500 à 800 grammes de soies; les onglons à peu près autant. La graisse ou saindoux n'excède que rarement 6 °/₀ du poids vif. Le sang, qui est très recherché, varie entre 3 et 8 kilos. A ce propos, il convient de remarquer que les races anglaises en fournissent moins que les françaises. — D'une manière très générale, la charcuterie parisienne estime à 79 ou 80 °/₀ du poids brut le rendement moyen.

Le tableau IV indique les rendements comparés de diverses races :

Tableau IV. — Rendements selon les races.

	NORMANDE	FLAMANDE	PÉRIGOURDIN	D'ESSEX	DE HAMPSHIRE	DE MIDDLESEX	LEICESTER-CRAONNAIS	ESSEX-BERKSHIRE
	kilos gr.	kilos gr.	kilos gr.	kilos gr.	kilos gr.	kilos gr.	kilos gr.	kilos gr.
Poids vif	339 »	327 »	284 »	224 »	286 »	182 »	254 »	130 »
Viande nette (pieds compris)	285 »	262 »	240 »	180 »	237 »	157 »	205,050	102 »
Tête	27 »	14 »	10 »	11,050	15 »	7 »	13,050	9,250
Ratis et crépines	9 »	9 »	7 »	6 »	3 »	5,250	7,050	3 »
Fressure	5 »	7,500	6 »	3 »	7 »	3,250	4 »	2,250
Sang	8 »	9,500	7 »	4,050	6 »	3 »	5,050	2,560
Intestins	7 »	7 »	6 »	5 »	11 »	3,500	5 »	3 »
Excréments, râclures, etc.	18 »	18 »	8 »	14,900	7 »	3 »	14,800	8 »
Rapport du poids net au poids brut	79,390	80,120	85,700	80,360	81,500	87,140	80,730	78,460

Le porc, étant très rustique, est sujet à peu de maladies. Celles qui l'atteignent le plus souvent reconnaissent pour cause une mauvaise hygiène, cas fréquent dans la petite culture. Les plus communes, en dehors des épizooties, sont certainement la dysenterie et la constipation.

La première atteint surtout les jeunes; on la combat en écrasant de la craie dans les aliments et en donnant de l'eau de riz. La constipation disparait rapidement en donnant du sulfate de soude, 20 grammes pour les petits et de 100 à 150 grammes pour les adultes.

Si nous insistons sur ce point, c'est que ces deux maladies contrarient et retardent souvent l'engraissement.

Nous avons vu, en commençant, que les porcs donnaient lieu à un grand commerce.

En effet, nous exportons et importons, non seulement des cochons sur pied, mais encore de la viande fraiche, de la viande salée et de la charcuterie.

V. — Commerce des porcs.

Tandis que les importations vont en augmentant, par contre nos exportations baissent. Ainsi, tandis qu'en 1893 nous avons exporté 187.422 porcs vivants, représentant une valeur de 21.553.530 fr., en 1895, ce chiffre s'est trouvé réduit à 16.545 têtes, soit 2.068.125 francs. La viande fraiche et salée a suivi une marche semblable; seule la charcuterie fabriquée augmente : nos exportations qui représentaient 517.355 francs en 1893 ont atteint 850.600 francs en 1895.

A Paris, la consommation de la viande de porc et la charcuterie vont en augmentant depuis quelques années; tandis qu'en 1886 le total général s'élevait à 24.150.251 kilos, il était de 27.623.693 kilos en 1893 et 26.677.053 kilos en 1895.

Il est arrivé en 1895 au marché de La Villette, 400.582 porcs, dont 2.352 de provenance étrangère; le reste a surtout été fourni par le Poitou (18.5 °/₀) et la Bretagne (19.8 °/₀).

Comme on le voit par tout ce qui précède, l'élevage du porc en France a une grande importance. Il convient, d'ailleurs, de remarquer, suivant la juste observation de M. G. Heuzé, que le nombre de porcs existant dans les départements est en rapport avec le morcellement du sol et l'aisance des classes rurales.

On remarque, en outre, — quoique ce fait puisse sembler anormal au premier abord, — que le nombre de porcs abattus annuellement est proportionnel à la quantité de viande consommée chaque année par habitant.

Enfin, la statistique montre que le prix de la viande de porc est d'autant moins élevé qu'on multiplie davantage, dans les départements, l'espèce bovine.

Albert Larbalétrier.
Professeur à l'École d'Agriculture du Pas-de-Calais.

L'ÉTAT ACTUEL
DE L'INDUSTRIE DE LA PARFUMERIE EN FRANCE[1]
DEUXIÈME PARTIE : FABRICATION DES ESSENCES ARTIFICIELLES

Aux produits naturels est venue se joindre, depuis quelques années, une série de produits chimiques odorants, qui commencent à occuper une place importante.

Cette nouvelle branche de l'industrie chimique est de date récente, bien que depuis longtemps certains produits chimiques soient utilisés en parfumerie, par exemple, les éthers de la série grasse (essences de fruits), le salicylate de méthyle de Cahours (Wintergreen), la nitrobenzine (Mirbane), les benzoates d'éthyle et de méthyle (essence de Niobé), l'essence d'amandes amères de Lauth et Grimaux. On peut dire qu'elle a pris son développement avec les synthèses de la vanilline, de l'héliotropine et du musc artificiel.

On peut distinguer deux sortes de produits chimiques odoriférants :

1° Ceux qui sont tirés d'une essence ;

2° Ceux qui sont produits synthétiquement, ou plus généralement, ceux qui n'ont pas pour origine d'extraction directe une substance déjà usitée en parfumerie.

Les premiers, comme le géraniol, le citral, l'eugénol, le linalol, qui proviennent respectivement des essences de géranium, citron, girofle, linaloé, présentent pour le parfumeur un intérêt secondaire. D'un prix plus élevé que l'essence même, ils n'offrent ni la suavité, ni la fixité, ni les principales qualités de l'huile essentielle. Ils paraissent plutôt devoir être d'excellentes matières premières pour les synthèses (comme celles de la vanilline, des acétates de géranyle ou de linalyle), et pour la découverte de corps nouveaux. Les procédés d'extraction, assez délicats en pratique, sont théoriquement fort simples. Pour les éthers, on saponifie ; on éthérifie de nouveau l'alcool obtenu, avec l'acide qui se trouvait combiné dans l'essence. Pour les phénols, on traite par la potasse et on décompose la combinaison par un acide. Pour les cétones et les aldéhydes, on les combine avec des bisulfites et on les extrait par un alcali ou un acide. Enfin pour les alcools, on emploie la méthode de M. Haller par l'anhydride succinique.

Les corps de synthèse sont beaucoup plus intéressants : les uns, comme le musc Baur, parce qu'ils donnent une odeur qui ne se trouve pas dans les produits aromatiques naturels ; les autres comme l'héliotropine, l'ionone, parce qu'ils procurent un parfum rappelant celui d'une fleur connue, mais dont l'obtention est difficile et onéreuse. La préparation en est assez difficile. Chose curieuse, cette fabrication, industrielle par son importance, reste, en quelque sorte, une fabrication de laboratoire par les soins, les précautions, les connaissances scientifiques qu'elle exige. *A priori*, l'obtention d'un tel parfum, à composition définie, paraît aisée. Il faut au contraire bien des tâtonnements pour arriver à une production constante d'odeur identique et de même puissance odorante. Souvent deux opérations, d'apparence semblable, donnent deux produits tous deux d'une pureté satisfaisante, mais sensiblement différents au point de vue seul de l'arome. Certains corps semblent tenir leur parfum d'impuretés, qui s'y trouvent en quantité inappréciable et qu'il est par conséquent difficile d'obtenir toujours égales. Quelquefois même, comme l'héliotropine, l'aubépine, ils peuvent devenir inodores à force de purification. Ceci paraîtrait indiquer qu'on prend pour le parfum même un simple véhicule et que l'odeur se cache dans ces traces impures, encore inconnues.

Les parfums artificiels appartiennent à toutes les séries, à toutes les fonctions.

Les connaissances actuelles ne permettent ni de déterminer les lois générales de la chimie des odeurs, ni de rattacher ces divers produits par des liens ; de découvrir en quelque sorte des *fonctions odorantes*.

S'il existe des règles, elles doivent dériver des positions relatives des groupements fonctionnels de la molécule. On n'a encore à ce sujet que quelques observations : l'oxyméthoxybenzaldéhyde (vanilline) ne possède l'odeur de la vanilline que dans la forme (4, 3, 1) ; l'aldéhyde oxybenzoïque, celle de reine des prés, que dans la combinaison ortho ; l'éther méthylique de para-anol (anéthol), que dans la forme para. Il faut attendre la découverte et l'étude moléculaire d'un grand nombre de corps nouveaux pour pouvoir en déduire des lois générales.

Nommer tous les corps chimiques odorants, serait faire un dictionnaire de chimie. Nous nous contenterons de signaler, non pas tous ceux qui

[1] Voyez la première partie de cet article dans la *Revue* du 30 juillet 1897.

peuvent être employés en parfumerie, cela nous mènerait déjà trop loin, mais seulement ceux dont l'usage est universel et la fabrication importante. Ils sont déjà nombreux et leurs procédés de préparation multiples; cela se comprend du reste : les mêmes réactions ne se reproduisent-elles pas avec les termes d'une série homologue et les isomères d'une même série?

Bien que certains d'entre eux puissent posséder à la fois plusieurs fonctions, comme la vanilline, l'héliotropine, qui sont en même temps aldéhydes, phénols et éthers phénoliques, nous les diviserons en cinq groupes :

1° Dérivés nitrés; 2° Aldéhydes; 3° Cétones; 4° Alcools; 5° Éthers.

I. — Dérivés nitrés.

§ 1. — Muscs artificiels.

En 1888, à la suite d'une série de recherches sur les deux butyl-toluènes existant dans l'essence de résine, M. Baur constata la remarquable odeur musquée du dérivé trinitré du métaisobutyltoluène :

$$C^6H \left\{ \begin{array}{l} (AzO^2)^3 \\ C^4H^9 \\ CH^3 \end{array} \right.$$

Il en détermina les conditions de préparation et fit breveter ce produit, vendu depuis dans le commerce sous le nom de musc artificiel ou *musc Baur*, en dilution dans de l'acétanilide.

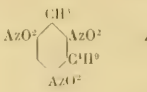
Le procédé consiste à chauffer dans un appareil à reflux, avec du chlorure d'aluminium anhydre, un mélange à molécules égales de toluène et de chlorure d'isobutyle. On distille dans un courant de vapeur d'eau, on recueille la partie qui passe entre 170 et 200°, et on la traite par un mélange d'acide nitrique monohydraté et d'acide sulfurique fumant de Nordhausen. On verse le mélange dans l'eau : il se dépose des cristaux qu'on purifie.

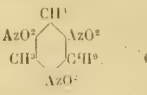
Une étude plus approfondie démontre que cette odeur de musc se retrouve dans presque tous les corps trinitrés, et particulièrement dans les dérivés trinitrés des carbures renfermant à la fois un noyau benzénique et un radical alcoolique élevé. De là, une multiplicité de muscs artificiels qui s'explique d'elle-même. On peut prendre non seulement tous les butyl-toluènes, mais les amyl-toluènes, les hexyl-toluènes, etc; le point de départ peut être le xylène (MM. Schnauter et Aupfeld), le cymène, les éthers de phénols, etc., etc.

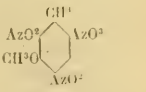
Depuis, de nouvelles recherches ont été faites et on a trouvé des muscs très odorants, seulement dinitrés.

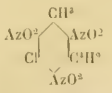
Actuellement, les muscs brevetés, pouvant donner un rendement intéressant, sont au nombre de neuf :

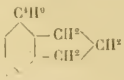
Muscs trinitrés.


Isobutyltoluène.

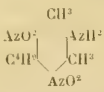

Isobutylxylène.

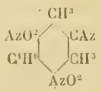

Méthylcrésol.

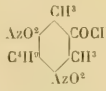

Chloroisobutyltoluène.
(Cl peut être remplacé par Br ou I.)

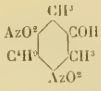

Butylhydrindène.

Muscs dinitrés.


Aminoisobutyltoluène.
(On peut remplacer AzH^2 par un halogène.)


Cyanisobutyltoluène.


Méthylisobutylbenzophénone.


Méthylisobutylbenzaldéhyde.

Les plus répandus sont le butylxylène et le musc aldéhydique.

§ 2. — Mononitrobenzine.

La mononitrobenzine (essence de Mirbane) est très employée en savonnerie.

II. — Aldéhydes.

§ 1. — Vanilline.

L'aldéhyde le plus répandu est l'aldéhyde métyl-protocatéchique, *la valinille :* oxyméthoxybenzaldéhyde (4, 3, 1).

$$C^6H^3 \left\{ \begin{array}{ll} OH & (4) \\ OCH^3 & (3) \\ COH & (1) \end{array} \right.$$

Le premier brevet pour la fabrication de la vanilline fut pris, en 1874, par le Dr Haarmann : il reposait sur l'oxydation de la coniférine.

Ce corps, trouvé en 1861 par Hartig dans le cambium du *Larix europea*, puis dans le pin, et rencontré par Kubel dans toutes les Conifères, jouit de la propriété de donner de la vanilline par oxydation.

MM. Tiemann et Haarmann découvrirent la vanille artificielle en oxydant ce glucoside par le mélange chromique.

Le givre de vanille fut distingué de l'acide benzoïque, par Gobley, puis par Carles, qui établit sa formule et ses propriétés; enfin par Tiemann et

Haarmann, qui réussirent à le transformer en acide protocatéchique par fusion avec la potasse et à le décomposer en aldéhyde protocatéchique et chlorure de méthyle, par l'action de l'acide chlorhydrique sous pression à 200°.

Ils montrèrent, en outre, qu'il entrait pour : 1,86 °/₀ dans la vanille du Mexique, 2,90 °/₀ dans la vanille de Bourbon.

La structure de la vanilline connue, des procédés plus avantageux de synthèse furent trouvés. Ces procédés sont tellement nombreux que nous nous contenterons de les énumérer en essayant de les ranger par groupes [1]. On peut préparer la vanilline :

1° En oxydant un certain nombre de produits naturels ;

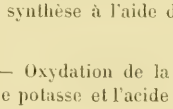
2° En réalisant sa synthèse à l'aide des dérivés de la benzine.

Premier groupe. — Oxydation de la coniférine par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique (Haarmann, 2 février 1874).

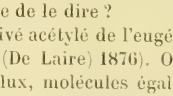
Oxydation de l'avénéine (principe de l'avoine) (Sérullas, 1879), de l'olivide, principe de la résine d'olivier (D. Schneidel, 1885) ; de l'acide férulique, principe de l'*Assa fœtida;* du benjoin de Siam, de l'opium, des lessives provenant de la fabrication du papier de bois, etc. Ces méthodes ne sont que des curiosités, est-il utile de le dire ?

Oxydation du dérivé acétylé de l'eugénol tiré de l'essence de girofle (De Laire) 1876). On chauffe, au réfrigérant à reflux, molécules égales d'eugénol et d'anhydrique acétique ; on oxyde par le permanganate de potassium, on filtre, sature par la soude, on acidifie et on extrait par l'éther. Mais ce procédé donnant de très faibles rendements, on l'a remplacé par le suivant :

Oxydation de l'isoeugénol acétylé (Haarmann et Reimer, De Laire, 1890). On chauffe l'eugénol :



avec une solution saturée de potasse dans l'alcool amylique bouillant au-dessus de 95° et pendant 24 heures on chasse l'alcool par la vapeur d'eau ; on précipite le tout par l'acide sulfurique, on lave à l'eau et on distille ; on obtient un isomère : l'isoeugénol :



Ce corps donne de la vanilline

lorsqu'on l'oxyde par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique après l'avoir acétylé.

Ce procédé offre une importance industrielle considérable, à cause du bas prix de l'essence de girofles et de l'excellent rendement qu'on obtient. Aussi, l'imagination des chimistes s'est-elle donné carrière pour arriver au même résultat par un chemin détourné. On a cherché pour cela :

1° A employer un autre radical que le groupe acétylé pour bloquer la fonction phénolique, précaution sans laquelle, l'oxydation devenant trop active, l'on n'obtiendrait que des traces de vanilline.

On a breveté successivement :

L'oxydation du benzylisoeugénol (Boehringer), 1891) ;

Des dérivés nitrés et sulfonés du phénylisoeugénol (Lucius et Bruning, 1892 ;

Du méthylène isoeugénol (Périgné, Lesoult et C°, 1893) ;

Des éthers phosphoriques et sulfuriques de l'isoeugénol.

Des éthers glycoliques, phénylglycoliques, paratoluiques de l'isoeugénol (Majert, 1894, etc.), etc.

2° On a cherché aussi à modifier le procédé d'oxydation en employant : les bioxydes, tels que le bioxyde de sodium (De Laire), le chlorure de chromyle (Lumière, 1895) ; l'électrolyse (Kolbe, Otto et Verley, 1895) ; l'ozone (Otto et Verley, 1895), etc...

D'après ce dernier procédé, l'eugénol donnerait la vanilline sans qu'il soit utile de bloquer la fonction phénolique. Les corps qui contiennent uni à un noyau benzenique le groupement C^3H^5 sous la forme allylique ou propénylique seraient transformés en aldéhyde par un courant d'air ozonisé.

Deuxième groupe. — Les différents procédés synthétiques n'ont qu'un intérêt scientifique ; ils ne paraissent pas pouvoir lutter industriellement avec les procédés partant de l'isoeugénol.

Deux moyens se présentent :

1° Prendre les corps qui renferment le groupe aldéhydique de la vanilline et introduire dans la molécule les groupes qui y manquent, à condition de les placer dans la position voulue (*4,3,1*).

On peut choisir entre :

L'aldéhyde benzoïque ;

L'aldéhyde para ou méta oxybenzoïque ;

L'aldéhyde pyrocatéchique, etc.

[1] Voir, pour plus de détails, la remarquable étude de M. Georges Darzens.

2° Prendre les corps qui ne renferment pas le groupe aldéhydique et réaliser la synthèse du groupe COH soit par l'action du chloroforme en présence de la soude, soit par l'acide formique en présence d'un déshydratant, soit enfin à l'aide de chlorure d'éthyloxalyle.

Les corps choisis sont alors le gaiacol, l'acide vanillique, la pyrocathéchine, etc., etc.

§ 2. — Aldéhyde pipéronylique.

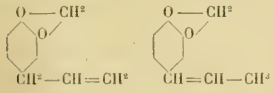
Héliotropine :

$$CH^2 < {O \atop O} > C^6H^3 - COH$$

Ce corps, découvert en 1869 par MM. Fittig et Mielck et J. Remsen, resta dans les laboratoires pendant quelques années. En 1876, MM. Tiemann et Haarmann remarquèrent l'analogie de ce parfum avec celui de l'héliotrope, et purent extraire de ces fleurs du pipéronal et de la vanilline. On lança alors l'héliotropine dans le commerce.

La matière première fut d'abord le *pipérin*, principe contenu dans le poivre noir (de 7 à 9°/₀). On transforme le pipérin en acide pipérique, qu'on oxyde par le permanganate de potasse. Mais le prix élevé du poivre et les droits qu'il supporte ont fait chercher une autre origine.

Aujourd'hui on l'obtient par l'oxydation du *safrol* ou plutôt de l'*isosafrol*, produit par l'action de la potasse sur le safrol.



Safrol. Isosafrol. Héliotropine.

Le safrol existe dans l'essence de sassafras (Grimaux et Ruotte) et en plus grande quantité dans l'huile de camphre.

§ 3. — Aldéhyde anisique.

Aubépine :

Il est préparé par l'oxydation de l'*anéthol*, principe des essences d'anis, fenouil, estragon. On l'oxyde : soit par l'acide azotique très affaibli (Cahours); soit par un mélange de bi-chromate de potasse et d'acide sulfurique (Stadler); soit en chauffant un mélange d'aldéhyde paraoxybenzoïque, d'iodure de métyle et de potasse dissoute dans l'alcool méthylique (Tiemann et Heyfeld). Cet aldéhyde paraoxybenzoïque est un produit secondaire de la fabrication de l'aldéhyde salicylique, lequel se produit en quantité par la synthèse de la coumarine.

Il se trouve dans le commerce sous deux formes : liquide, c'est alors l'aldéhyde anisique lui-même ; solide, c'est la combinaison bisulfitique.

§ 4. — Coumarine.

$$C^6H^4 < {O \atop C^2H^2} > CO$$

Anhydride du dérivé acétylé de l'anhydride salicylique. Découverte dans les fèves Tonka par Boutron et Boullay, en 1825 ; rencontrée dans un très grand nombre de végétaux, faham, mélilot, aspérules, légumineuses, fruits, racines, etc.

En 1867, Perkin en fit la synthèse, en faisant réagir l'anhydride acétique sur l'aldéhyde salicylique sodé et dédoublant l'aldéhyde acétosalicylique, en acide acétique et coumarine. Elle fut perfectionnée par Tiemann et Herzfeld.

Cette production synthétique a été détrônée par l'extraction de la coumarine des produits naturels, notamment d'une Synanthérée abondante dans le Sud des États-Unis d'Amérique : la *Liatris odoratissima;* les feuilles sont aussi riches que la fève Tonka en coumarine et ne contiennent que peu de matières grasses, ce qui rend la purification très facile.

§ 5. — Aldéhydes divers.

Parmi les aldéhydes il convient de citer encore :

L'*aldéhyde cinnamique*, essence de cannelle ;

L'*aldéhyde phényl-acétique*, parfum de jacinthe ;

L'*aldédyde salicylique*, Reine des Prés ;

L'*aldéhyde benzoïque*, essence d'amandes amères ;

Le *citral*, obtenu par le traitement de l'essence de citronnelle pour la fabrication du géraniol et produit de l'oxydation des alcools terpéniques.

III. — Cétones.

Ionone, *Irone :* $C^{13}H^{20}O$. — La découverte de ces cétones date de 1894.

MM. Tiemann et Kruger, s'appuyant sur l'odeur de violette que donnent les rhizomes d'iris, après de longues études, réussirent à en extraire le parfum.

En prenant un extrait éthéré de ces racines, le débarrassant des éthers, des acides libres, des aldéhydes, puis traitant par la phénylhydrazine, ils trouvèrent l'irone ; ils en firent la synthèse.

Par la condensation du citral avec l'acétone ordinaire, en présence des alcalis, ils obtinrent la pseudoionone qui, soumise à l'action des acides dilués, se convertit en ionone ayant l'odeur exacte de la violette, surtout à l'état de dilution.

Ces travaux remarquables sont trop récents pour que nous jugions utile de les exposer avec détail.

Comme pour les muscs artificiels, on a breveté des cétones depuis les produits homologues obtenus en remplaçant l'acétone par les homologues de l'acétone, méthyléthylacétone, etc., et les homologues du citral : citronnellal, etc.

Comme autres cétones, nous ne signalerons que la *méthyl-phényl-cétone* (hypnal) qui a une odeur de fleurs d'oranger, mais qui est peu employée.

IV. — Alcools.

Terpinéol (lilas) : $C^{10}H^{18}O$. — Bien qu'il existe dans plusieurs essences naturelles, notamment le cajeput, le *terpinéol* du commerce est toujours produit synthétiquement.

On l'obtient par la déshydratation de la terpine ou l'hydratation de l'essence de térébenthine.

Il a un emploi très important en parfumerie, notamment en savonnerie, à cause de sa stabilité en présence des alcalis et de sa grande solubilité.

Alcools terpéniques. — Ces alcools de la formule $C^{10}H^{18}O$ ou $C^{10}H^{20}O$ ont été isolés des huiles essentielles dont ils forment la grande partie. Ils tirent leurs noms des essences mêmes :

Le linalool, du linaloé ;

Le coriandrol, du coriandre ;

L'eucalyptol, de l'eucalyptus, etc.

Les huiles de *Pelargonium* et l'essence des roses ont donné deux alcools : l'un le géraniol $C^{10}H^{18}O$ et l'autre $C^{10}H^{20}O$, appelé rhodinol par MM. Barbier et Bouvault, réuniol par MM. Hesse et Maschold, et citronnellol par MM. Tiemann et Schmidt.

M. Haller a donné un procédé général de préparation très remarquable. On traite l'huile essentielle, d'abord saponifiée, puis étendue de benzine, par l'anhydride succinique.

Alcool cinnamylique. — Odeur de jacinthe.

V. — Éthers.

Nous citerons :

Les *éthers de la série grasse* qui donnent des essences de fruits :

L'*acétate de linalool*, qui forme la plus grande partie des essences de lavande, bergamotte ;

Le *cinnamate de méthyle* et *d'éthyle*, à odeur de fraise écrasée ;

Les *salicylates de méthyle*, *d'éthyle*, essence de Wintergreen artificielle ;

Le *naphtolate de méthyle*, ou néroline, d'*éthyle* ou Yara Yara ;

Les *benzoates d'éthyle et de méthyle*, essence de Niobé très employés pour la « peau d'Espagne », etc.

Tels sont les corps chimiques odorants employés en parfumerie, et dont l'usage est constant. Nous ne parlerons ni de ceux dont l'emploi est insignifiant, ni des mélanges que le commerce livre, décorés de noms pompeux.

Tous ces parfums artificiels sont d'une violence extrême, d'une grande stabilité, mais généralement très durs et sans suavité. Ils gardent l'odeur du laboratoire comme les essences celle de l'alambic. Si parfois ils reproduisent le parfum exact de la fleur (surtout dans des conditions spéciales d'oxydation), ils sont loin d'atteindre le fleuri des produits naturels ; ils ne peuvent être utilisés que dans les mélanges. Nous verrons dans un prochain article l'emploi qu'en sait faire l'art du parfumeur.

J. Rouché.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Grassmann (Hermann). — **Gesammelte mathematische und physikalische Werke**, *herausgegeben von* **Friedrich Engel**, 1er *volume*, 2e *partie* : **Die Ausdehnungslehre von 1862**, *in Gemeinschaft mit* **Hermann Grassmann dem Jüngeren.** — 1 *vol. in-8° de 510 pages. (Prix : 15 fr.) B. G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1897.

En rendant compte de la première partie du tome I des Œuvres de Grassmann, nous avons indiqué à grands traits (*Revue*, 1895, p. 659) la nature des travaux du savant philosophe allemand. La deuxième partie est consacrée à l'*Ausdehnungslehre* de 1861. Dans cet ouvrage, Grassmann expose sa théorie sur une base nouvelle et sous une forme moins abstraite. Son exposé est suivi de notes complémentaires (100 pages) dans lesquelles MM. Fr. Engel et Herm. Grassmann le jeune éclaircissent certains passages difficiles et quelques points signalés comme obscurs. On y trouve notamment quelques développements des applications géométriques de la science extensive. A remarquer, en outre, une note de M. Engel dans laquelle ce dernier traduit en langage ordinaire de l'analyse les recherches de Grassmann sur le problème de Pfaff.

Grâce à cet appendice, les travaux du savant professeur de Stettin sont aujourd'hui d'une lecture facile et donneront certainement lieu à un grand nombre de recherches dans les domaines les plus divers.

E. Fehr,
Privat-docent à l'Université de Genève.

Kœnigs (G.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Leçons de Cinématique**, *professées à la Sorbonne, avec des notes par* MM. G. Darboux *et* E. *et* F. Cosserat; **Cinématique théorique.** — 1 *vol. gr. in-8°, 499 pages. A. Hermann, éditeur. Paris*, 1897.

S'il est vrai de dire que, pour bien parler d'un sujet, il faut avoir pour ce sujet une prédilection spéciale, nul n'était mieux en situation que M. Kœnigs pour nous donner un livre, et un excellent livre, sur la Cinématique. Bien qu'il ait marqué sa place comme mathématicien dans d'autres branches de la Science, on s'aperçoit qu'il a toujours été attiré plus particulièrement par l'étude de la Cinématique; en outre, depuis quelques années, il a professé un cours sur cette matière soit à l'Ecole Normale, soit à la Faculté des Sciences de Paris, et c'est ce cours, comme il nous l'apprend, que représente aujourd'hui son livre, dans lequel il a introduit, en outre, un certain nombre de développements.

Le danger, si c'en est un, auquel soit exposé un auteur ayant une connaissance aussi vaste et aussi profonde de la science qu'il traite, c'est de se laisser aller à donner à son œuvre, par une pente toute naturelle, une étendue dépassant les limites qu'il s'était primitivement assignées. A ce péril, ainsi qu'il le confesse dans sa Préface, M. Kœnigs n'a pas complètement échappé; résolu tout d'abord à réunir dans un seul volume la Cinématique théorique et la Cinématique appliquée, il s'est vu dans l'obligation de renvoyer à un second volume cette dernière partie. Les lecteurs désireux de connaître un exposé complet et magistral de la Cinématique ne s'en plaindront pas, puisque c'est simplement un appel provisoire fait à leur patience. Quant aux étudiants, ils trouveront sans doute dans le volume actuel plus qu'il ne leur est nécessaire; mais, encore une fois, c'est un excès de richesse, et il ne faut pas le déplorer.

Dans cette magistrale étude de la Science du mouvement indépendamment des causes qui le produisent, l'auteur, s'inspirant de principes qui devraient être ceux de tous les savants, n'a employé ni la Géométrie, ni l'Analyse d'une façon systématique et exclusive. Suivant la nature des questions, et la clarté que peut jeter sur le sujet la nature des moyens employés, il se sert tantôt des méthodes analytiques, tantôt des méthodes géométriques, tantôt d'une heureuse association des unes et des autres.

Son ouvrage débute par une théorie préliminaire des segments, qui est d'autant plus précieuse qu'on en trouvera l'application constante dans toute la suite. Puis viennent, dans une série de chapitres, les matières ordinaires, classiques, de la Cinématique, traitées avec un soin remarquable : mouvement d'un point, vitesses, accélérations, mouvements relatifs; l'étude du mouvement d'un corps solide en général est accompagnée de considérations sur les complexes linéaires, qui jettent sur ce sujet une lumière toute nouvelle; le mouvement d'une figure plane dans son plan, celui d'un solide autour d'un point fixe, et le mouvement continu le plus général d'un solide, complètent ce que nous pourrions appeler la partie élémentaire (bien que fort élevée comme idée et comme exposition) des *Leçons* de M. Kœnigs. Mais c'est surtout dans les derniers chapitres qu'il a apporté des éléments nouveaux, où se révèle la marque d'un esprit original et puissant.

Dans son étude sur les degrés de liberté d'un système mobile, et sur les mouvements à plusieurs paramètres, il rattache la question aux remarquables travaux géométriques de MM. Mannheim, Schömmann et de Ribaucour, montre quel rôle y joue la théorie des congruences linéaires, se sert habilement de l'Analyse, et complète cet exposé par un examen rapide des mouvements à trois paramètres.

Un chapitre est ensuite consacré aux systèmes articulés, dont M. Kœnigs fait ressortir le véritable caractère, en disant que leur mérite consiste moins à tracer telles ou telles lignes qu'à réaliser des transformations de figures. On trouverait difficilement ailleurs une monographie mieux présentée et plus complète d'une question à laquelle l'auteur a, du reste, apporté une contribution importante, soit par la réalisation d'appareils nouveaux, soit par d'importantes considérations théoriques, parmi lesquelles nous ne voulons retenir ici que ces deux remarquables théorèmes : « Toute surface algébrique (ou toute courbe algébrique) peut être décrite par le moyen d'un système articulé. »

Enfin, le dernier chapitre, le déplacement comme cas particulier d'homographie, constituerait à lui seul, s'il était isolé, un très intéressant mémoire de Géométrie.

De nombreuses notes de M. Kœnigs (il y en a 11) complètent l'ouvrage si intéressant dont nous avons essayé de donner une idée générale; on y trouve des indications sur les coordonnées tétraédrales, les complexes linéaires, le travail virtuel, les volumes engendrés par un contour, les centres de courbure, les accélérations, la théorie de la vis, le cylindroïde, les représentations graphiques. Mais c'est surtout à deux de ces notes que nous voudrions nous arrêter un instant. L'une est relative à *la théorie de Grassmann sur l'étendue figurée*. Nous n'y pouvons reprendre qu'une excessive brièveté, car M. Kœnigs a si bien et complètement saisi la portée de cette remarquable méthode, qu'il nous donne des regrets en ne nous en parlant pas d'une façon un peu plus complète. Ces regrets sont d'autant plus justifiés que nulle part en France on ne pourrait trouver un

exposé un peu complet d'une doctrine aussi intéressante par sa portée philosophique que par les applications auxquelles elle se prête d'une façon si heureuse. L'autre note a pour titre « Sur la composition des rotations et les quaternions ». J'y vois, ce que je savais d'ailleurs, que M. Kœnigs n'est pas de ceux qui proscrivent à l'avance les théories, parce qu'elles ne semblent pas à la mode; je lui en sais d'autant plus de gré qu'ayant travaillé très modestement moi-même à essayer de faire connaître en France la méthode des quaternions, c'est une véritable satisfaction personnelle de voir au bout d'un certain nombre d'années mes efforts dans ce sens recevoir une sorte de sanction. L'exposé très judicieux et très intéressant de M. Kœnigs, rattachant les quaternions à la composition des rotations, montrera à la fois la nature de cette théorie, la portée des applications possibles, et contribuera à la faire sortir d'un délaissement immérité.

Le volume des *Leçons de Cinématique* est illustré d'une note de M. F. Cosserat, et de quelques autres de M. Darboux, dont l'une, sur les mouvements algébriques, est un véritable mémoire sur la question, comprenant une quarantaine de pages, et que tous les mathématiciens liront avec un grand intérêt.

Il ne nous reste plus à exprimer qu'un désir : c'est que le nouveau volume de M. Kœnigs, la *Cinématique appliquée* ne se fasse pas trop longtemps attendre. A en juger par tous les éléments nouveaux que contient le volume dont nous venons de rendre compte, nous serions étonné si tant de vues originales ne devaient pas donner d'utiles et brillants résultats, même au point de vue purement pratique, en ce qui concerne l'Art de l'Ingénieur, quand on viendra les transporter dans le domaine des applications. C. A. LAISANT,

Docteur ès sciences.

2° Sciences physiques

Witz (Aimé), *Docteur ès sciences, Ingénieur des Arts et Manufactures, Professeur aux Facultés catholiques de Lille.* — **Cours supérieur de manipulations de Physique** (2e *édition*). — 1 *volume in*-8° *de* 472 *pages avec* 138 *fig.* (*Prix* : 10 *fr.*). *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1897.

Le *Cours de Manipulations* publié en 1883 par M. Witz (en un volume), a été revu par l'auteur et considérablement augmenté; il forme aujourd'hui deux volumes. Le premier, qui contient l'ensemble des questions pouvant être traitées d'une façon relativement élémentaire est destiné aux élèves des cours préparatoires aux grandes écoles et aux candidats au certificat du P. C. N. Le second, intitulé *Cours supérieur*, s'adresse aux élèves des Facultés et aux candidats à la licence.

Le premier volume a paru l'année dernière, j'en ai donné ici même une analyse. On y retrouve la méthode, la lucidité et la précision qui avaient fait le succès de la première édition. Les mêmes qualités se retrouvent encore dans le *Cours supérieur*, on sent à la lecture que tout ce qui y est décrit a été enseigné et exécuté, et qu'on peut suivre avec confiance toutes les indications du manuel opératoire.

Pour le choix des calculs numériques d'expériences, l'auteur a puisé directement dans les mémoires originaux, il a pensé avec raison qu'au lieu d'emprunter arbitrairement ces exemples à des carnets de laboratoire, il est préférable de mettre les élèves en contact direct avec les créateurs des méthodes, et de leur fournir les données mêmes qui sont pour ainsi dire les bases de la science.

Un coup d'œil jeté sur la table des matières justifie ce que l'auteur dit dans sa préface : « Un traité de Physique doit faire connaître tous les procédés pour les discuter; un cours de manipulations peut, au contraire, se contenter de n'en appliquer qu'un seul, celui qui paraît le meilleur : c'est la règle que nous nous sommes imposée. » Cette règle est d'autant plus sage que, même en limitant ainsi le programme du cours élémentaire et du cours supérieur, M. Witz arrive à un total de cent onze exercices; comme il serait difficile de trouver pendant la durée des études le temps nécessaire à un plus grand nombre de manipulations, il paraît, en effet, inutile de développer davantage l'importance du cours pratique de Physique.

Les manipulations relatives à la chaleur sont au nombre de trente dans le cours supérieur (indépendamment de celles qui font partie du cours élémentaire); nous y retrouvons les grandes déterminations de Regnault qui sont comme la base de l'étude des phénomènes calorifiques, celles de Laprovostaye et Desains relatives au rayonnement, les opérations calorimétriques d'après les meilleurs maîtres. M. Witz y a ajouté des exercices relatifs à l'état critique et une excellente mesure de l'équivalent mécanique de Puluj.

Les exercices relatifs à l'Electricité sont nombreux et variés, c'est la partie la plus neuve de cette réédition. Aux exercices sur les cinq grandeurs considérées en électricité qu'on effectue couramment dans tous les laboratoires, M. Witz a ajouté la détermination de l'équivalent électrolytique de MM. Potier et Pellat, la mesure des capacités de polarisation de M. Blondlot, la mesure de la self-induction et de la mutuelle-induction, la détermination du V de Maxwell, l'inscription des courants alternatifs, l'étude d'un alternateur et d'une dynamo, etc. Ce chapitre présente un grand intérêt pour les électriciens, tant pour ceux qui s'occupent de théorie que pour les praticiens.

L'Optique physique fait l'objet de dix-huit manipulations embrassant l'ensemble de la théorie des ondes; quelques-unes sont consacrées aux propriétés optiques biréfringentes des cristaux.

L'Acoustique, quoique moins développée, contient cependant les exercices essentiels : on y trouvera la mesure de la vitesse du son d'après Kundt, celles des longueurs d'ondes d'après Kœnig.

En résumé, l'ensemble des *Cours de Manipulations* de M. Witz ne sera pas seulement utile aux candidats auxquels il est surtout destiné, il sera consulté avec fruit par toutes les personnes qui s'occupent sérieusement de Physique. Ainsi que je l'ai déjà dit en analysant le premier volume, c'est l'œuvre d'un habile professeur et d'un physicien rompu aux difficultés de l'expérimentation; le succès qui lui est réservé est, du reste, garanti d'avance par celui de la première édition.

Il serait superflu de parler de l'exécution typographique de l'ouvrage : il suffit de rappeler qu'il est édité par M. Gauthier-Villars. E.-H. AMAGAT,

Correspondant de l'Institut,
Examinateur d'admission
à l'Ecole Polytechnique.

Truchot (P.), *Ingénieur Chimiste.* — **L'Ammoniaque, ses nouveaux procédés de fabrication et ses applications.** — *Un vol. in*-16 *de* 368 *pages avec* 32 *fig.* (*Prix : 6 fr.*) *Bibliothèque des Actualités industrielles. Bernard Tignol, éditeur. Paris*, 1897.

L'auteur, après avoir donné les propriétés physiques et chimiques de l'ammoniaque et des principaux sels ammoniacaux, passe en revue les différents procédés de fabrication de l'ammoniaque : au moyen de la houille (dans l'industrie du gaz d'éclairage, dans la préparation du coke, et dans les gaz des hauts fourneaux et gazogènes), au moyen des eaux vannes et des autres matières organiques azotées. Il indique les méthodes proposées pour obtenir l'ammoniaque comme sous-produit dans la fabrication du sucre de betteraves, et pendant la carbonisation de la tourbe, ainsi que les nombreuses tentatives faites pour l'obtention de ce corps à l'aide de l'azote atmosphérique, du nitrate de soude et des cyanures.

Deux chapitres sont consacrés au travail des eaux ammoniacales, à la description des différents appareils de distillation employés dans cette industrie, ainsi qu'à la fabrication de l'ammoniaque liquide et des sels ammoniacaux. Dans le chapitre suivant, l'au-

leur traité de l'analyse de l'ammoniaque, puis du dosage de l'azote dans les houilles et les engrais. Enfin le volume se termine par une description des applications industrielles de l'ammoniaque et des sels ammoniacaux. Suivent la liste des principaux brevets concernant l'ammoniaque et ses sels depuis 1878 et les références bibliographiques se rapportant aux mêmes produits.

Ce livre, comme le dit l'auteur, s'adresse plus particulièrement aux directeurs d'usines à gaz et aux personnes s'occupant d'industries utilisant l'ammoniaque et ses dérivés. E. U.

3° Sciences naturelles

Brenosa (Rafael), *Ingénieur en chef des Mines du royaume d'Espagne.* — **Introducción al estudio de la cristalografía óptica.** — 1 *vol. in-4° de* XVI-326 *pages. E. Teodoro, éditeur. Madrid*, 1897.

Très bon exposé didactique, bien au courant des progrès de la science, des propriétés optiques générales des cristaux ; ce livre comprend trois chapitres : notions préliminaires d'optique, étude des plaques cristallines en lumière polarisée, parallèle et convergente, couleurs des substances cristallisées, avec un appendice comprennant notamment l'étude analytique complète de la double réfraction. Quoiqu'il soit écrit en langue espagnole, il pourra rendre des services aux candidats à la licence et au doctorat ès sciences physiques.

Léon Bourgeois,
Répétiteur à l'École Polytechnique.

Fockeu (H.), *Chef des Travaux pratiques à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Recherches anatomiques sur les Galles.** — **Etude de quelques Diptérocécidies et Acarocécidies.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Lille.*) — 1 *brochure de* 162 *pages avec* 12 *planches. Imprimerie Le Bigot. Lille*, 1897.

Nous avons analysé, il y a quelques mois, un travail de M. Molliard sur les Cécidies florales. M. Fockeu poursuit, de son côté, les recherches qu'il a entreprises, il y a dix ans, sur les associations symbiotiques entre les végétaux et les insectes. Le travail qu'il vient de publier est consacré à l'examen approfondi des Cécidies produites par quelques Diptères et Acariens sur les feuilles du Hêtre, de l'Aulne, des Saules et des Erables.

Dans tous les cas examinés, la galle est déterminée par une réaction des tissus de la feuille contre l'action des insectes. La feuille se défend contre l'insecte en produisant un tissu hypertrophié qui tend à l'englober, mais l'insecte y trouve un abri. Le développement de la galle et celui de l'insecte sont corrélatifs. La première ne se développe pas, s'il s'agit d'un Diptère, avant l'éclosion de la larve, et la Cécidie grandit avec elle. Tout arrêt de développement chez l'un des associés entraîne aussitôt une perturbation dans l'évolution de l'autre. S'il s'agit d'Acariens, la possibilité qu'ils conservent de se déplacer entraîne des phénomènes de réaction en différents points de la feuille. La forme de la Cécidie est variable dans ce cas ; mais les premiers phénomènes de réaction sont toujours en rapport avec la position de l'animal à la surface de la feuille.

L'action de l'animal se manifeste invariablement, au début, par la décoloration locale de la feuille et l'augmentation de la réserve amylacée ; puis des transformations histologiques se produisent, d'abord dans les tissus en contact immédiat avec l'insecte, puis, graduellement, dans les tissus plus éloignés. Les tissus de la galle proviennent soit de l'augmentation individuelle des tissus foliaires, soit du cloisonnement d'une zone génératrice de nouvelle formation. Dans le premier cas seulement, on y retrouve plus ou moins modifiés les tissus normaux de la feuille ; tous les tissus, sans en excepter les faisceaux libéro-ligneux, subissent des modifications. Les faisceaux conservent leur orientation normale dans la galle, alors même qu'ils sont formés aux dépens de la zone génératrice nouvelle.

Le mémoire de M. Fockeu est accompagné d'excellentes figures qui en facilitent la lecture. C'est encore une étude de détail, mais particulièrement documentée et attentive ; nous espérons qu'elle annonce pour l'avenir un travail d'ensemble de l'auteur sur ce sujet.

Ch. Flahault,
Professeur de Botanique
à l'Université de Montpellier.

Loisel (Dr Gustave), *Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Formation et évolution des éléments du Tissu élastique.** (*Thèse de Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *brochure in-8° de* 72 *pages avec* 3 *planches. F. Alcan, éditeur*, 108, *boulevard Saint-Germain. Paris*, 1897.

Quoique de bonne source, le travail que M. Loisel a présenté comme thèse de doctorat ès sciences, nous semble passible de graves critiques. On y retrouve bien certaines qualités, très appréciables, du laboratoire où il a été accompli : l'obligation que l'on s'y impose d'examiner un matériel d'étude abondant, de passer en revue des séries suivies d'embryons de divers âges ; l'esprit de critique qui y règne ; l'interprétation judicieuse née de la comparaison des aspects obtenus par les auteurs et la dissection méthodique de leurs théories ; la connaissance très complète de la bibliographie étrangère afférente à la question.

Ces qualités, plutôt d'emprunt que personnelles, semble-t-il, ne sauraient empêcher le critique de relever dans le mémoire de M. Loisel les imperfections que nous devons signaler. C'est d'abord une technique sans doute défectueuse, à en juger par les figures, dont aucune ne précise nettement le point à établir, et qui presque toutes sont susceptibles d'une interprétation multiple. Quant à cette technique, on donne d'ailleurs des assertions étranges, comme celle-ci : le montage au baume du Canada ratatine les cellules malgré les meilleurs fixatifs, et fait disparaître en partie la structure du protoplasma, — assertion qui n'est explicable que si l'auteur méconnaît les admirables résultats obtenus au sujet de la structure intime du protoplasma sur des cellules incluses dans le baume, ou que si les « meilleurs fixatifs » employés par lui ne valaient cependant encore rien. Il est singulier de voir (p. 4 l'auteur faire fi de « toutes ces données de la Chimie moderne », dont il aurait dû au contraire tirer profit ; nous croyons, en effet, qu'ici plus que partout ailleurs, l'histochimie est nécessaire pour l'appréciation de la qualité des substances intercellulaires, qui diffèrent chimiquement beaucoup et dont les dissemblances chimiques nous montrent, amplifiées et précisées, les différences insaisissables qui séparent les cellules formatives mêmes. Dans la description des faits, c'est, malgré une division nette en stades successifs, la confusion et jusqu'à l'obscurité à l'intérieur de ces divers stades, comme si tous les aspects jetés pêle-mêle avaient ensuite été tirés au hasard et utilisés d'une façon quelconque pour la description (par exemple p. 24). Les contradictions, quand elles portent surtout sur le point capital d'un travail, sont encore un défaut plus sérieux, comme par exemple cette conclusion (p. 61) : « Il est probable que le moindre apport d'oxygène est un des facteurs qui amènent une transformation *complète* de certaines cellules en substance élastique, comme cela a lieu pour les élastoblastes », et cette déclaration à propos des mêmes élastoblastes (p. 26) : « Nous pensons que ce sont là des cellules qui se changent en fibres élastiques par une transformation directe de leur substance... mais nous ne pouvons l'affirmer, car nous n'avons jamais pu trouver les stades intermédiaires entre ces derniers aspects et les fibres élastiques *complètement* formées. »

Pour ne pas multiplier les critiques, voici les principales conclusions de ce travail :

1° Les ligaments élastiques sont primitivement for-

més de cellules nues accolées les unes aux autres, formant ainsi des masses plasmodiales continues, sans territoire cellulaire distinct;

2° Des élaborations particulières se produisent de place en place, transforment ces masses plasmodiales en cellules étoilées à longs prolongements anastomosés, que nous nommerons *élastogènes*, et en cellules fusiformes à prolongements indivis, que nous nommerons *élastoblastes :*

3° Les *cellules élastogènes* forment des fibrilles aux dépens de leurs prolongements et de leur périphérie, puis elles s'isolent sous forme d'un faisceau protoplasmique contenu dans un manchon fibrillaire réticulé. A cet état, elles ont une grande ressemblance avec les élastoblastes;

4° La plupart de ces fibrilles, une fois isolées des cellules qui leur ont donné naissance, deviennent granuleuses et acquièrent peu à peu les caractères des fibrilles et des grains élastiques. Un certain nombre de fibrilles restent à l'état d'éléments conjonctifs [éléments conjonctifs ?];

5° D'autres grains élastiques proviennent de portions de protoplasma détachées;

6° L'atrophie progressive des vaisseaux dans les organes élastiques est corrélative de la production d'élastine;

7° La production de l'élastine est donc due à des phénomènes de dégénérescence sur la nature chimique desquels nous n'avons pas de données [?] mais dont les conditions physiques sont les suivantes : *a*) Isolement du corps cellulaire au milieu d'un manchon fibrillaire d'origine protoplasmique ; *b*) Effritement de prolongements cellulaires; *c*) Asphyxie progressive des organes élastiques;

8° L'accroissement des fibres élastiques se fait d'abord par les grains, puis par la transformation en substance élastique des éléments conjonctifs qui persistent jusqu'à l'état adulte entre les fibres élastiques;

9° Le développement des éléments élastiques, dans les *cartilages réticulés*, se fait de la même façon que dans les ligaments. Ce qui caractérise surtout le développement des cartilages réticulés, c'est la très grande production de grains d'élastine qui concourent directement, ici, à la formation des fibres élastiques. Ces grains se forment sur le trajet des prolongements cellulaires et se trouvent plongés ainsi dans la substance cartilagineuse ou bien ils envahissent entièrement certaines cellules (les *Faserkugeln* de Gerlach), qui sont comparables aux élastoblastes des ligaments élastiques;

10° Les substances dites fondamentales ont leur origine dans des élaborations qui se font, dès le début de l'âge embryonnaire, au sein de masses plasmodiales. Elles s'accroissent ensuite aux dépens de portions de protoplasma détachées du corps cellulaire;

11° Dans certains cas, les phénomènes d'effritement cellulaire (clasmatose de Ranvier) sont des phénomènes de sécrétion servant à former ou à accroître les substances dites fondamentales.

Ces conclusions se présentent bien et forment un ensemble imposant et un faisceau compact de faits: couronnement obligé d'un travail qui devait avoir l'importance d'une thèse de doctorat ès sciences. Les yeux fermés sur la description des faits, qui n'est pas proportionnée à l'importance des conclusions auxquelles elle sert de base, nous souscrivons volontiers à ces conclusions; nous acceptons notamment la principale d'entre elles, disposé à considérer avec l'auteur les substances intercellulaires et particulièrement élastiques comme des différenciations directes du protoplasma cellulaire. Mais cette notion générale, que déjà auparavant nous avions empruntée à Max Schultze, à Schwalbe et à bien d'autres, n'était pour nous, qui n'avons jamais étudié spécialement cette question, qu'une affaire de sentiment, et demeurera telle après lecture du travail de M. Loisel; car sa description n'est pas de nature à transformer ce sentiment en une conviction scientifique.

A. Prenant,
Professeur d'Histologie à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Galtier-Boissière (Dr). — **L'Enseignement de l'Anti-alcoolisme. Hygiène. Législation française et étrangère.** — *1 vol. in-12° de 168 pages avec 44 figures. Armand Colin, éditeur, 5, rue de Mézières. Paris*, 1897.

Voici un petit livre bien intéressant. On y retrouve le sens pédagogique dont l'auteur a déjà fait preuve dans ses *Notions élémentaires d'Hygiène pratique* analysées ici même. L'ouvrage est écrit pour les écoles, surtout les petites écoles, et, — puisse-t-il l'atteindre! — le populaire. Si les ouvriers français, qu'hypnotisent le journal et le roman-feuilleton, lisaient de vrais livres, celui-là leur rendrait un éminent service. Il est écrit et illustré pour leur plaire, parlant aux yeux en même temps qu'à l'esprit. A ce point de vue, l'œuvre semble très réussie et mérite d'autant plus l'éloge qu'elle instruira aussi quantité de Français, pourtant cultivés, mais qui n'ont sur l'alcool et l'alcoolisme que des notions bien vagues et souvent erronées.

La question de l'alcool, qui préoccupe tant de gens en France, est assurément l'une de celles que le public français, disons même le monde médical et le Parlement français connaissent le moins, et tel de nos représentants qui la discute à la Chambre ferait sagement d'apprendre auparavant l'ABC de la Chimie. N'entend-on pas, tous les jours, des orateurs en alcool exprimer naïvement cet article de foi que l'*alcool de vin* est spécial au vin, et reprocher à l'alcool éthylique, extrait de la fermentation des grains, de différer de l'alcool de vin! Ouvrez les feuilles quotidiennes, lisez les discussions à la Chambre, et en substance vous y trouverez ceci :

1° L'alcool (éthylique) extrait du vin est un honnête alcool, un nectar bienfaisant;

2° L'alcool (éthylique) extrait de la fermentation des grains et purifié est un alcool malhonnête, une sorte d'*imitation*, un effronté qui, sous le masque apparent de l'alcool, cache, en réalité, un poison terrible.

Quand, récemment, M. Riche a essayé — pourtant dans un milieu scientifique — de mettre un peu d'ordre et de clarté dans ce dévergondage, il a, malgré sa haute autorité, à peu près prêché dans le désert.

Je regrette de ne point trouver l'exposé de sa pénétrante critique dans le livre de M. Galtier-Boissière, et d'apercevoir dans ce petit ouvrage, pourtant si soigneusement écrit, la trace des préjugés courants relatifs au degré de pureté des alcools d'industrie vendus pour la consommation sous forme et sous nom d'eaux-de-vie. Mais ce que je voudrais signaler dans ce petit traité, c'est moins le détail, considéré du point de vue scientifique, que la forme adoptée pour enseigner à un lecteur de culture moyenne (disons tout le grand public) ce qu'est le fléau de l'alcoolisme, d'où il vient et comment on peut le combattre.

Louis Olivier.

5° Sciences diverses

La Grande Encyclopédie, *Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts, paraissant par livraisons de 48 pages grand in-8° colombier, avec nombreuses figures intercalées dans le texte et planches en couleurs. 564e et 565e livraisons. (Prix de chaque livraison, 1 fr.) A. Lamirault et Cie, 61, rue de Rennes, Paris.*

Dans les 564e et 565e livraisons, on lira avec intérêt les articles sur la *Mer*, rédigés pour la partie géographique par M. L. Marchand, au point de vue du droit international par M. Lehr, pour la flore par le Dr Hahn, et pour la faune par le Dr Trouessart; sur *Mercure*, rédigés par M. Hild pour la mythologie, M. Barré pour l'astronomie, M. Matignon pour la Chimie, et le Dr Langlois pour la thérapeutique et la toxicologie; sur la *Mémoire* par M. R. Berthelot; sur les *Méningites* par le Dr Potel. On y trouvera aussi la biographie de *Menélick* par M. M. Maindron; une étude de la *Mendicité* par M. Paulian.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 Juin 1897.

M. le Président annonce le décès de M. P. **Schützenberger**, membre dans la Section de Chimie.

M. A. **de Lapparent** est élu membre dans la Section de Minéralogie.

1° Sciences mathématiques. — M. J. **Guillaume** communique ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le premier trimestre de 1897. Les groupes de taches ont diminué en nombre, mais plus que doublé en surface. — M. **Emile Picard** étudie les conditions d'intégration de l'équation $\Delta u = F(x, y, u)$; il montre qu'il n'y a qu'une seule intégrale de l'équation, même dans le cas où F s'annule. — M. **Emile Picard** établit le théorème fondamental sur les fonctions uniformes quadruplement périodiques de deux variables par la considération des intégrales multiples. — M. J. **Boussinesq** donne l'expression des parties tournantes des composantes transversales de la vitesse dans un écoulement permanent graduellement varié. — M. J. **Hadamard** fait la discussion complète des lignes géodésiques des surfaces à courbures opposées, et montre que les résultats dépendent essentiellement du nombre des nappes infinies ou, plus exactement, de l'ordre de connexion de la surface. — M. J.-A. **Miller** donne l'énumération des groupes primitifs dont le degré est inférieur à 17. — M. E. **Le Roy** indique un moyen de déterminer les intégrales de certaines équations aux dérivées partielles non linéaires par leurs valeurs sur une surface fermée. — M. **Lheureux** adresse une note relative au mouvement d'une circonférence qui roule sur un plan. — M. G.-A. **Faurie** montre que les formules faisant connaître à chaque instant l'écrouissage et la charge des métaux soumis à des déformations, et qu'il a antérieurement établies expérimentalement, peuvent être démontrées par des considérations *a priori*.

2° Sciences physiques. — M. **André Broca** étudie l'influence de l'intensité sur la hauteur du son; il montre que, quand l'intensité du son décroît, le son monte, quoique la période vibratoire reste la même. — M. Ch.-Ed. **Guillaume** étudie, par la méthode d'arrachement, la susceptibilité magnétique des aciers au nickel. Ceux-ci se divisent en deux classes, les uns irréversibles (alliages contenant de 0 à 25 % de nickel), les autres réversibles (alliages à teneur plus élevée). L'auteur indique les lois des changements permanents que subissent ces alliages. — M. A. **Forel** donne quelques renseignements sur une grêle tombée à Morges le 2 juin. Les grêlons étaient particulièrement gros et produisaient dans les vitres épaisses des trous à bords mousses. Pendant la tombée de la grêle, les éclairs se succédaient sans interruption, mais sans éclats de tonnerre. — M. **Pouget** a étudié l'action de l'azotate d'argent sur le sulfoantimonite de potassium; il se produit soit le corps SbS^3Ag^3, soit le corps SbS^3Ag^2K (ce dernier en présence d'un excès de sulfoantimonite). — M. A. **Livache** rappelle qu'il a déjà indiqué le rôle que jouent les sels de manganèse dans l'oxydation de certains corps, en particulier des huiles siccatives. — M. **José Rodriguez Mourelo** a constaté que le sulfure de strontium présente toujours une phosphorescence vert-bleu quel que soit le procédé de préparation; la température n'a aucune influence sur la couleur de cette phosphorescence. — M. **Pionchon** a déterminé les volumes moléculaires à 0° de divers hydrates de carbone cristallisés et a constaté que ces volumes étaient presque égaux au volume qu'occuperait, à l'état de glace, l'eau qui entre dans leur composition; ainsi se vérifie la remarque déjà faite par Joule et Playfair pour le saccharose. — M. **Delépine** a étudié au point de vue thermochimique les dissolutions d'aldéhyde formique : 1° l'union du gaz avec l'eau n'est pas une simple dissolution, il se forme des hydrates; 2° la chaleur ne chasse pas le gaz de la dissolution en raison de sa grande chaleur de dissolution; 3° la distillation de la solution donne un mélange d'eau et d'aldéhyde, mais celui-ci se concentre dans le récipient sans distiller, en raison de la formation de paraldéhyde, terme le plus stable. — M. J. **Moitessier** décrit les combinaisons que forme la phénylhydrazine avec les iodures métalliques. — M. D. **Tombeck** décrit les combinaisons formées par la toluidine, la xylidine, la picoline, la lutidine et la collidine avec les chlorures, bromures et iodures de zinc et de cadmium. — M. G. **Arth** étudie les composés formés par l'action de l'acétylène sur l'azotate d'argent. Ces composés sont blancs lorsqu'ils sont purs; ils sont décomposés par l'eau en excès. On peut y doser facilement l'argent par électrolyse.

3° Sciences naturelles. — M. **Ed. Bordage** a constaté que le tarse des Phasmides, après avoir subi l'amputation par autotomie, se régénère toujours, mais avec quatre articles seulement. — M. **Henri Jumelle** a examiné une liane à caoutchouc venant du Fernan-Vaz et appelée *N'djembo;* elle donne un caoutchouc de qualité supérieure, très élastique et très peu résineux. Au point de vue botanique, c'est une espèce nouvelle; l'auteur la nomme *Landolphia Foreti*. — M. **Gaston Lavergne** propose, contre le mildiou et le black-rot, l'emploi d'une nouvelle bouillie qui lui a déjà donné des résultats excellents. Elle se compose de 500 grammes de sulfate de cuivre, 1.000 grammes de savon vert ou noir et 100 litres d'eau. — M. J.-J. **Andeer** a poursuivi la recherche des ostioles dans l'organisme et a constaté qu'elles se trouvaient sur toutes les muqueuses, soit sensorielles, soit digestives, soit respiratoires, soit génito-urinaires. — M. E. **de Cyon** a constaté que la racine du nerf dépresseur du cœur qui provient du nerf laryngé supérieur sert à mettre en communication directe le cœur avec la glande thyroïde; cette influence réciproque des deux organes permet d'expliquer les principaux symptômes de la maladie de Basedow. — M. **Stanislas Meunier** a examiné une météorite dont la chute, survenue à Clohars en 1822, était restée inaperçue; elle appartient au type, très rare, de la parnallite. — M. F. **Bouffé** a constaté que le psoriasis et la syphilis peuvent coexister chez le même individu, mais le psoriasis masque généralement la syphilis. Le psoriasis doit être traité le premier et il est toujours guérissable par des injections d'orchitine. Les injections intra-musculaires de sels mercuriques, puis l'administration d'iodure de potassium, donnent ensuite les meilleurs résultats.

Séance du 5 Juillet 1897.

M. **Virchow** est élu Associé étranger en remplacement de M. Tchebichef.

1° Sciences mathématiques. — M. J. **Boussinesq** donne la distribution des vitesses à travers les grandes sections dans les écoulements graduellement variés et l'équation du mouvement aux degrés d'approximation supérieurs. — M. **Dupont** adresse une note relative à l'établissement d'une formule générale d'interpolation pour les fonctions d'un nombre quelconque de variables. — M. Ch. **Bioche** étudie les surfaces algébriques d'ordre quelconque qui admettent comme ligne asymp-

totique une cubique gauche. — MM. **V. Tatin** et **Ch. Richet** décrivent les expériences qu'ils ont faites avec un aéroplane mû par la vapeur; ils sont arrivés au résultat suivant : une machine de 33 kilos abandonnée à l'air libre a fait 140 mètres en ligne droite, par sa force motrice propre, avec 18 mètres de vitesse. — M. **Barthe de Sandfort** signale des perturbations dans le niveau de la mer qui se produisent depuis quelque temps dans la baie du Brusc.

2° Sciences physiques. — M. de **Lacaze-Duthiers** signale l'explosion du manomètre d'un appareil à projection survenue à son cours à la Sorbonne, et ayant causé plusieurs accidents. Il demande la formation d'une Commission pour l'étude de la question. — MM. **N. Egoroff** et **N. Georgiewsky** étudient la polarisation partielle des radiations lumineuses sous l'influence du champ magnétique et l'influence de la température de la flamme. — M. **G. de Metz** montre que les photographies qu'il a obtenues antérieurement sont bien dues aux rayons cathodiques et non aux rayons X. Il signale aussi de nouvelles expériences qui semblent indiquer que les rayons X sont déviables par l'aimant. — M. **S. Guggenheimer** a constaté que, si l'on plonge deux électrodes identiques dans un liquide et si l'on expose ensuite l'une aux rayons X, il y a naissance d'un courant qui va ordinairement de la plaque exposée à l'autre par le circuit extérieur. — M. **Ch. Camichel** décrit un ampère-mètre thermique à mercure ; c'est un thermomètre qui est chauffé par la chaleur dégagée par le passage du courant à mesurer; de l'élévation de température on déduit l'intensité cherchée. — M. **H. Henriet** présente une nouvelle pompe à mercure, sans robinets ni joints mobiles; ces derniers sont remplacés par des colonnes mercurielles. — M. **R. Metzner** a obtenu un chlorhydrate de chlorure tellurique $TeCl,HCl,5H^2O$; des oxyfluorures telluriques $2TeFl^4$, $3TeO^2,6H^2O$ et $TeFl^4,TeO^2,2H^2O$; il n'a pu obtenir le fluorhydrate de fluorure. — M. **M. Guichard** a étudié la réduction de l'anhydride molybdique MoO^3 par l'hydrogène ; au-dessous de 470° elle est continue et conduit directement à l'oxyde MoO^2, sans s'arrêter à des oxydes intermédiaires. — M. **E. Péchard** a obtenu des manganimolybdates d'ammonium, de potassium et de sodium par l'action des molybdates acides sur des sels manganeux en présence d'un permanganate ou d'acide manganique. Ces corps ont la formule générale $3K^2O$, MnO^2, $12MoO^3,nH^2O$. — M. **Ch. Moureu**, en nitrant le vératrol à 0° au moyen de l'acide nitrique fumant, a obtenu un dérivé ortho-dinitré; celui-ci, réduit par l'étain et l'acide chlorydrique, donne la vératrylènediamine. — M. **Guerbet** a obtenu l'amide paraxylylacétique en faisant réagir en tubes scellés le sulfhydrate d'ammoniaque sur la méthylparaxylylacétone; cette amide, traitée par la potasse alcoolique, donne l'acide paraxylylacétique : $(CH^3)^7C^6H^3CH^2CO^2H$. — M. **Œchsner de Coninck** a étudié l'action du tannin et de l'acide gallique sur les bases quinoléiques et a constaté que ces dernières se comportaient, non seulement comme les bases pyridiques, mais comme les hydrures pyridiques et un grand nombre d'alcaloïdes volatils. — M. **Jean Effront** a découvert dans les graines du *Ceratonia siliqua*, un nouvel hydrate de carbone, la *caroubine*, de formule $C^6H^{10}O^5$. Il forme une gelée avec l'eau, se dissout dans HCl froid en donnant un liquide optiquement inactif et ne réduisant pas la liqueur de Fehling. A chaud, les acides le transforment en une substance fermentescible dextrogyre et fortement réductrice. — M. **Th. Schloesing** fils étudie les fermentations en milieux composés de particules solides. Celles-ci croissent d'abord, puis s'éteignent quand le milieu est encore loin d'être épuisé. Mais si on brasse énergiquement, la fermentation reprend aussitôt. L'auteur a constaté que le brassage agit par lui-même et non pas par l'aération profonde qu'il donne au milieu. — MM. **H. Coudon** et **L. Bussard** ont fait l'étude de la pomme de terre alimentaire. Le tubercule y est composé de trois couches : une externe, riche en matières sèches et en fécule, une centrale, aqueuse et riche en matières azotées, et une intermédiaire. Les auteurs montrent également que les tubercules les plus résistants à la cuisson sont ceux qui contiennent le plus de matières albuminoïdes.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Perrin** montre que la clavicule des Sauriens n'a pas d'homologue chez les Batraciens; en réalité, la pièce ainsi désignée est l'homologue du procoracoïde, qui s'est individualisé. — M. **Félix Bernard** étudie la signification morphologique des dents et de la charnière chez les Lamellibranches. Il montre que les dents étaient primitivement formées de côtes internes, alternant avec les véritables côtes le long du bord cardinal. — M. **F. Le Dantec** a constaté que, dans certains cas, le micronucléus se régénère de toutes pièces dans un mérozoïte ne contenant pas trace de l'ancien. — M. **L. Cuénot** a étudié l'évolution des Grégarines coelomiques du Grillon domestique; sur un même grillon, on peut trouver tous les stades; les grillons s'infestent en mangeant d'autres grillons renfermant des spores mures. — M. **Maurice Caullery** a étudié, à l'éclosion, la larve composée d'une Synascidie : le *Diplosomoïdes Lacazii* Giard; il a remarqué : 1° un oozoïde type dont la partie terminale du tube digestif était atrophiée; 2° un bourgeon abdominal typique; 3° deux demi-bourgeons thoraciques supplémentaires. — M. **Joannes Chatin** montre, par de nouveaux faits, que l'épiderme ou hypoderme des Anguillulides est originellement cellulaire; mais, peu à peu, les limites des cellules s'effacent et les noyaux demeurent comme leurs derniers témoins. — M. **E. Roze** a reconnu que la maladie de la pomme de terre appelée la *frisolée* n'est qu'une des formes de la maladie de la brunissure et qu'elle est due au *Pseudocommis*. — M. **W. Kilian** a trouvé dans le massif du Mont-Genèvre un gisement de syénite à albite, puis d'autres gisements de roches vertes (gabbros, ophites, variolites), qu'il considère comme postérieures aux calcaires phylliteux du Trias. — M. **Michel-Lévy** donne la description pétrographique des roches recueillies par M. Kilian.

Séance du 12 Juillet 1897.

M. le Secrétaire perpétuel annonce la mort de M. **Steenstrup**, Correspondant de la Section d'Anatomie et de Zoologie, décédé à Copenhague le 20 juin. — M. **Gayon** est élu Correspondant pour la Section d'Économie rurale en remplacement de M. Hellriegel.

1° Sciences mathématiques. — M. **F. Rossard** communique ses observations de la comète périodique de d'Arrest faites à l'Observatoire de Toulouse. — MM. **Rambaud** et **Sy** communiquent leurs observations de la même comète faites à l'Observatoire d'Alger.

M. **Venukoff** indique l'état actuel des travaux géodésiques dans le Turkestan russe ; la position géographique de 421 points est maintenant solidement établie. — M. **J. Boussinesq** donne la théorie approchée du passage du régime graduellement varié à un régime rapidement varié ou vice-versa. — M. **F. Marotte** montre qu'on peut, par un nombre fini d'opérations, reconnaître si deux équations différentielles linéaires données quelconques appartiennent à la même classe de Riemann.

2° Sciences physiques. — M. **Wilde** présente un *magnetarium* destiné à reproduire les phénomènes du magnétisme terrestre et les changements séculaires des composantes horizontales et verticales. — M. **V. Agafonoff** poursuit ses études sur l'absorption de la lumière par les cristaux. Le spectre transmis dépend principalement de la molécule chimique et est limité du côté du violet à des rayons d'autant moins réfrangibles que la molécule chimique est plus complexe. Le polychroïsme n'existe que pour quelques minéraux colorés. — M. **Ch. Camichel** présente un voltmètre thermique à mercure, dans lequel la quantité de chaleur dégagée par le passage du courant permet de calculer la différence de potentiel à mesurer. La méthode calorimétrique peut aussi servir à la mesure de l'hystérésis. — MM. **H.**

Abraham et **H. Buisson** indiquent une nouvelle méthode optique d'étude des courants alternatifs. On compense la rotation du plan de polarisation d'un rayon lumineux produite par le courant alternatif au moyen de la rotation produite par un courant continu directement mesurable, et cela à un moment donné, toujours le même, de la période, en faisant passer un faisceau lumineux à ce moment seulement. — M. **Dubois** a étudié l'action physiologique du courant galvanique dans sa période d'état variable de fermeture. Il montre : 1° que l'effet physiologique dépend plus du voltage que de l'intensité; 2° que la résistance propre du corps n'a presque pas d'influence sur l'action physiologique d'une fermeture de courant; 3° que les résistances rhéostatiques, intercalées dans le circuit principal, abolissent l'effet physiologique d'une fermeture de courant. — M. **Foveau de Courmelles** a constaté que des tubes de Crookes neutres peuvent être électrisés à distance par d'autres tubes en activité et s'illuminer d'une lumière blanche stratifiée. — MM. **A. Imbert** et **H. Bertin-Sans** ont trouvé que, lorsqu'un tube de Crookes, après un certain temps de fonctionnement, commence à devenir résistant, il émet de nouveaux rayons qui traversent l'aluminium presque sans être absorbés. — M. **Chabaud** déclare que le modèle de pompe à mercure sans robinets présenté récemment par M. Henriet n'est pas nouveau et qu'il a déjà été construit par sa maison. — MM. **Ad. Carnot** et **Goutal** indiquent une nouvelle méthode d'analyse des fontes et aciers, basée sur le traitement du métal par le chlorure double de cuivre et de potassium à chaud dans un courant d'acide carbonique. On peut facilement doser le carbone, le soufre, le phosphore, le chrome, le tungstène, le titane; les diverses opérations ne demandent pas plus de deux à trois heures. — M. **Paul Sabatier** étudie les sels basiques de cuivre qui s'obtiennent à partir des oxydes anhydres ou hydratés mis au contact d'une solution de sels neutres correspondants. L'hydrate cuivrique brun $Cu(OH)^2\,3CuO$ ou $Cu^4O^3(OH)^2$ se prête tout spécialement à la formation directe de ces sels basiques cristallisés. — M. M. **Guichard** a étudié la réduction de l'anhydride molybdique par l'hydrogène au-dessus de 500°. On obtient le métal en passant par l'oxyde MoO^2. — M. **Fernand Muttelet** a étudié l'action du chlorure de benzoyle sur les orthodiamines monosubstituées; à froid, il se forme un dérivé benzoylé; à haute température et en présence d'un excès de chlorure de benzoyle, il se forme un anhydride interne. — MM. **de Forcrand** et **Sully Thomas** ont fait passer de l'acétylène pur et refroidi, saturé de vapeurs de CCl^4, dans un flacon maintenu à 0° et contenant de la glace. Si la pression est un peu supérieure à une atmosphère, on obtient des croûtes blanches cristallines qui sont un hydrate mixte d'acétylène et de tétrachlorure de carbone. On peut ainsi former beaucoup d'hydrates analogues. — MM. **G. Bouchardat** et **J. Lafont** ont fait réagir l'acide sulfurique sur le térébenthène gauche, puis chauffé le produit de la réaction avec de la potasse. Ils ont obtenu, à côté d'autres corps, deux térébenthénosulfates de potassium de même formule $C^{20}H^{16}S^2KHO^8$, dont l'un est lévogyre, l'autre dextrogyre. — M. **Georges Jacquemin** a fait fermenter une levure en présence de feuilles de pommier ou de poirier et a remarqué qu'il se dégageait une odeur de pommes ou de poires et que le liquide fermenté avait un goût analogue très prononcé. Il pense que les feuilles gardent en réserve certains principes immédiats qui, au moment de la maturation, se rendent dans le fruit et là, après décomposition par une diastase, donnent d'un côté du sucre, de l'autre côté le principe aromatique du fruit. — M. **J. Effront** a découvert une nouvelle diastase, la *caroubinase*, qui se forme pendant la germination des graines de caroubier; elle a la propriété de liquéfier et de saccharifier la caroubine. — M. **F. Landolph** indique une méthode d'analyse optique des urines permettant de reconnaître le sucre thermo-optique négatif ou sucre diabétique et le sucre thermo-optique positif. — M. **Balland** communique ses recherches sur la composition chimique des haricots, des lentilles et des pois.

Sciences naturelles. — M. **C. Phisalix** a étudié le venin de la salamandre du Japon. Il est détruit par oxydation à l'air, par précipitation alcoolique et par ébullition; chauffé vers 60°, il s'atténue et acquiert la propriété de vacciner la grenouille contre le venin normal. — MM. **J.-P. Morat** et **M. Doyon** étudient les troubles trophiques consécutifs à la section du sympathique cervical et montrent qu'ils ne sont pas dus à l'interruption ou à la paralysie des fibres sentitives, mais à des éléments centrifuges qui sont mélangés avec celles-ci. — MM. **J.-P. Morat** et **C. Bonne** indiquent de quelles façons on peut démontrer la présence d'éléments nerveux centrifuges dans les racines postérieures médullaires. — M. **A. Perrin** pense que la disposition primitive présentée par le muscle perforé chez certains Sauriens, au membre antérieur seulement, tend à démontrer que le membre antérieur a une structure plus primitive que le membre postérieur. — M. **Adrien Dollfus** décrit deux types nouveaux de Crustacés isopodes appartenant à la faune souterraine des Cévennes : le *Sphaeromides Raymondi* et le *Stenasellus Virei*. — M. **Armand Viré** ajoute quelques remarques sur le développement particulier des organes des sens de ces deux Crustacés. — M. **P. Cazeneuve** préconise, pour la défense des vignes contre la *Cochylis*, l'injection sur la grappe d'un mélange de 10 parties de naphtaline pour 90 parties de soufre. — M. **E. Blanchard** rappelle qu'il a autrefois proposé, dans le même but, un traitement aux cendres de bois mélangées de soufre sublimé. — M. **Leclerc du Sablon** a étudié l'évolution des tubercules des Orchidées. Il a distingué trois périodes : une période de vie active (de décembre à mai); c'est la période de formation; une période de vie ralentie (de mai à septembre); une nouvelle période de vie active (de septembre à mai), dans laquelle le tubercule se détruit pour donner naissance à une tige, des feuilles et des fleurs. — M. **Boirivant** a constaté que, lorsque l'extrémité d'une racine pivotante est détruite, l'existence d'une radicelle de remplacement est assez fréquente chez les Dicotylédones. Cette radicelle régénère dans une certaine mesure le système pivotant détruit; par sa structure, elle se rapproche intimement de la racine mère. Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 6 Juillet 1897.

M. **A. Pinard** analyse trois cas d'opération césarienne pratiquée l'une par le Dr Lecerf (de Valenciennes), la seconde par le Dr Poncet (de Cluny), la dernière par le Dr Mouchet (de Sens). Il recommande le procédé de Doyen, mais en ayant soin de s'assurer d'une hémostase parfaite. — M. **Lannelongue** confirme les résultats heureux qu'il a obtenus dans le traitement de la hernie inguinale par la méthode sclérogène. Il indique la technique définitive des injections de chlorure de zinc, et montre quel est le mécanisme de la guérison. — M. **Abadie** lit un mémoire sur la nature et le traitement du goitre exophtalmique.

Séance du 13 Juillet 1897.

M. le Président annonce le décès de M. **Debrou**, Correspondant national. — M. **Péan** a pratiqué, dans un cas de cancer de l'estomac, la gastrectomie avec abouchement de l'estomac au duodénum au moyen d'un bouton de Murphy. La guérison a été complète. — M. **Paul Berger** signale un cas d'abcès du foie développé, sous l'influence d'une grippe, six ans après une poussée légère d'hépatite survenue au cours d'une dysenterie des pays chauds. Le foyer s'ouvrit dans les bronches et le malade expectora une grande partie du pus, mais il ne fut guéri qu'après incision transdiaphragmatique de l'abcès. — M. **Rendu** signale un cas analogue dans lequel il s'est écoulé neuf ans entre

l'hépatite dysentérique et le développement de l'abcès. — MM. **Bergonié** et **Ch. Mongour** ont étudié l'influence des rayons de Röntgen sur la tuberculose humaine. Dans trois cas, il n'y a eu aucun résultat; dans deux cas, il y a eu amélioration de l'état général. Les auteurs concluent à la continuation de ces expériences. — M. **E. Roux** communique les recherches de MM. **Wyssokowitz** et **Zabolotny** sur la peste bubonique à Bombay. La maladie s'observe sous les deux formes : peste à bubons et peste pneumonique. L'agent de la maladie entre surtout par la peau ou la muqueuse buccale et pharyngée, mais sans laisser de traces, comme on l'a démontré expérimentalement sur les singes. Le sérum de Yersin et celui de Haffkine ont donné des résultats certains. — M. le Dr **Blitz** (de Londres) lit un mémoire sur la fermentation vitale. — M. le Dr **Wehlin** donne lecture d'un travail sur un cas de tétanos guéri par les injections de sérum antitétanique sans ablation du membre blessé.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 19 Juin 1897.

M. **A. Riche** a constaté qu'à l'état normal l'urine des nourrissons est moins toxique que celle de l'adulte. — M. **E. Berger** a pratiqué l'anesthésie oculaire avec l'holocaïne et a obtenu de bons résultats; l'action anesthésiante est plus durable qu'avec la cocaïne et l'irritation de l'épithélium cornéen est moindre. — M. **Metchnikoff** a constaté la production d'antitoxines chez les Oiseaux et les animaux à sang froid. — MM. **Metchnikoff** et **Surion** étudient la forme flagellée de l'hématozoaire de Laveran et montrent que les divers stades de ce parasite sont analogues à ceux des Coccidies; cet hématozoaire ne serait donc qu'une coccidie. — MM. **Langlois** et **Athanasiu** ont pratiqué des injections d'eau chaude dans la veine jugulaire du chien; la température du cœur peut s'élever jusqu'à 55° sans que la mort s'ensuive. — M. **Dejerine** a étudié le trajet des fibres de la corne d'Ammon sur le cerveau d'un sujet présentant une lésion corticale de la corne. — M. **Lapicque** constate que le fer s'élimine en très petite quantité par la muqueuse intestinale. — M. **Babinski** a guéri une malade atteinte de tétanos par l'injection de fortes doses de chlorhydrate de morphine. Chez des cobayes intoxiqués expérimentalement, les injections de morphine retardent l'apparition du tétanos. — M. **A. Giard** présente une note sur deux cochenilles du caféier.

M. **Marchal** est élu membre de la Société.

Séance du 26 Juin 1897.

M. **H. Claude** montre l'influence de l'intoxication générale dans la production de l'infection biliaire. — M. **Campos** a constaté que le nerf lacrymal contient des fibres sécrétoires, au moins très nombreuses, indépendantes du nerf facial. — M. **Barbier** a reconnu que la bile amène un ralentissement du rythme cardiaque; cette action doit être attribuée au pigment. — M. **Remlinger** a obtenu l'atténuation de la virulence du bacille d'Eberth en soumettant les tubes de culture à une balnéation continue. — MM. **Toulouse** et **Vaschide** ont étudié une mélancolique circulaire, qui présentait alternativement des périodes d'excitation et de dépression. — M. **Raillet** a reconnu la présence, chez les Bovidés de Cochinchine, de parasites du genre Amphiostome, localisés dans le foie. — M. **Mirallié** a observé la main succulente dans un cas de myopathie progressive. — MM. **Sabrazès** et **Rullières** ont étudié le pouvoir agglutinant du sérum du sang dans les infections par le vibrion septique, le bacille du charbon et celui du tétanos. — M. **F. Lejars** signale un cas de gangrène consécutive à la rupture sous-cutanée d'une artère.

Séance du 3 Juillet 1897.

MM. **Albarran** et **Bernard** ont observé, sur une vessie provenant d'Égypte, des tumeurs papillaires simulant un cancer et dues à la présence d'un parasite, la *Bilharzia hæmatobia*. — M. **Ch. Richet** a pu injecter des quantités considérables d'eau stérilisée salée à 50-55° dans le péritoine sans obtenir autre chose qu'une légère augmentation de température. — MM. **Gilbert** et **Garnier** décrivent un nouveau type histologique de cirrhose alcoolique hypertrophique. — M. **Capitan** et Mlle **Pokrychkine** ont étudié les changements de forme, de volume et de position du cœur chez les sujets nerveux; ils se sont servis pour cela de la phonendoscopie, pratiquée à l'aide du stéthoscope de Boudet. — MM. **Auché** et **Chavannaz** ont injecté dans le péritoine du lapin le contenu des kystes de l'ovaire; la toxicité du liquide des kystes est variable. Ils produisent toujours une déchéance de l'organisme et une diminution de poids. — MM. **Pérachaud** et **Mirallié** ont étudié l'état des réflexes tendineux dans le rhumatisme chronique. — M. **F. Ostwalt** communique deux observations d'albuminurie cyclique et en déduit une nouvelle pathogénie de la maladie de Pavy. — MM. **Gilbert** et **Yvon** ont préparé un nouveau corps, l'*anilipyrine*, dont ils donnent les propriétés antipyrétiques et analgésiques. — M. **Roger** a constaté que la limite d'immunisation de la vaccine contre la variole n'est pas toujours de huit ans; elle peut être beaucoup moindre. — M. **Godin** envoie une note sur la transmission héréditaire de deux fistules cutanées congénitales.

M. **Boulart** est élu membre de la Société.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences physiques

James Dewar, F. R. S., et **J.-A. Fleming**, F.R.S : **Sur la résistance électrique du bismuth électrolytique placé dans un champ magnétique à basse température.** — Les auteurs avaient déjà signalé antérieurement les remarquables propriétés électriques du bismuth préparé électrolytiquement. Les présentes recherches ont eu pour but de mesurer la résistance électrique d'un fil de bismuth pur, placé transversale-

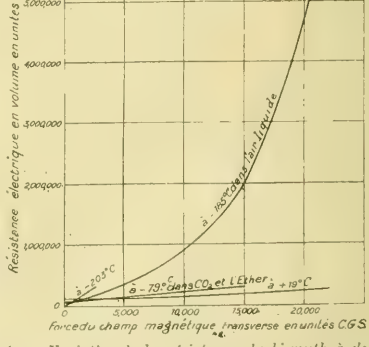


Fig. 1. — *Variation de la résistance du bismuth à des températures constantes en fonction du champ magnétique.*

ment dans un champ électromagnétique et soumis à de très basses températures.

Les pôles de l'électro-aimant avaient la forme d'un tronc de cône; on pouvait facilement modifier la distance interpolaire. L'aimant était excité par un courant constant; la force du champ interpolaire avait été déterminée une fois pour toutes; on la mesurait en retirant soudainement du champ une petite bobine

exploratrice d'aire connue, laquelle était reliée à un galvanomètre balistique étalonné. On construisait ainsi une courbe qui donnait le champ axial interpolaire au centre en fonction des distances interpolaires, le courant magnétisant étant constant; cette courbe était à peu près une hyperbole rectangulaire. Cela fait,

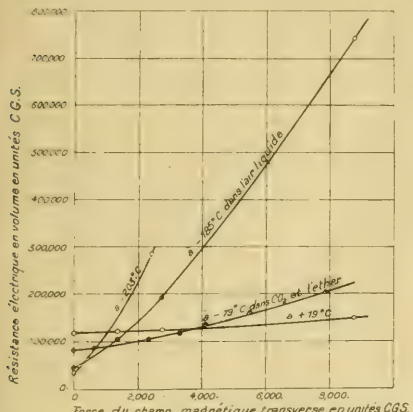


Fig. 2. — *Portion de la figure précédente représentée à plus grande échelle.* — Pour un champ magnétique nul, la résistance est d'autant plus faible que la température est plus basse. A mesure que le champ croît, la résistance croît, mais d'autant plus que la température est plus basse.

le fil de bismuth à examiner était disposé en forme de boucle étroite dont les extrémités étaient soudées à des fils de cuivre, pour éviter des complications thermo-

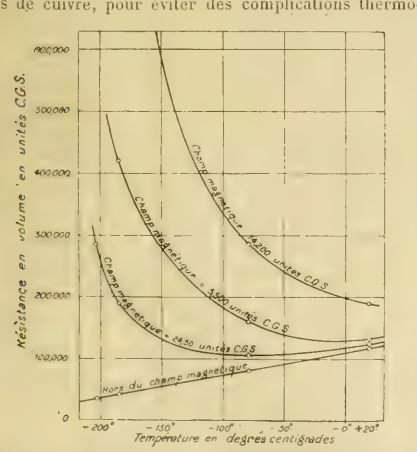


Fig. 3. — *Variation de la résistance électrique du bismuth en fonction de la température pour des champs magnétiques constants.* — Aux basses températures, la résistance est d'autant plus forte que le champ magnétique est plus fort.

électriques. Cette boucle était placée dans un tube de verre à vide, le plan de la boucle étant perpendiculaire à la direction du champ magnétique. Le tube à vide était alors rempli soit d'air liquide (bouillant à —203° C.), soit de coton imbibé d'air liquide (bouillant à —185° C.), soit d'acide carbonique solide dissous dans l'éther (bouillant à —79° C.); soit simplement d'huile de paraffine (à la température de +19° C.). Le bismuth employé était du bismuth électrolytique, dont la pureté était confirmée par l'examen spectroscopique. Les observations consistaient à mesurer la résistance électrique du bismuth à chaque température, le champ magnétique transverse variant de 0 à 22.000 unités C. G. S. Toutes les observations ont été réduites de façon à donner la résistance en volume. Ces observations ont été résumées graphiquement dans les figures 1, 2 et 3. Si le champ transverse est nul, l'abaissement de température diminue toujours la résistance. Si le bismuth est magnétisé transversalement, la résistance s'accroît, et pour chaque température il y a une valeur déterminée du champ qui annule exactement l'effet du refroidissement. Les courbes 1 et 2 montrent la variation de résistance du bismuth à une température constante en fonction du champ magnétique transverse; la courbe 3 montre la variation de résistance pour des champs constants en fonction de la température.

On voit que le bismuth pur n'est pas une exception à la loi généralement observée que les métaux purs perdent leur résistance électrique à mesure qu'ils approchent du zéro absolu de température. Par contre, le bismuth occupe une position exceptionnelle parmi les autres métaux par le degré auquel sa résistance est affectée par la magnétisation transverse.

De très petites quantités d'impuretés dans le métal réduisent considérablement ces remarquables qualités.

2° Sciences naturelles

Vaughan Harley, *Professeur de Chimie pathologique à " University College "* (Londres) : **Sur l'émulsion des graisses dans le tube digestif à l'état normal et après l'ablation du pancréas.** — M. Vaughan Harley présente dans ce mémoire le résultat de ses recherches : 1° sur l'émulsion normale des graisses dans les diverses parties du tube digestif, et 2° sur l'action de l'ablation du pancréas sur cette émulsion des graisses. Les expériences ont porté sur des chiens nourris exclusivement de lait. Il avait montré antérieurement que chez un chien intact, de 21 à 46 % de la graisse totale du lait étaient absorbés dans les sept heures qui suivaient l'ingestion du liquide, tandis qu'après ablation du pancréas, on ne pouvait pas constater dans le même temps l'absorption de quantités appréciables de graisse. Ce fait semblait confirmer l'opinion que la sécrétion pancréatique jouait un rôle indispensable dans l'absorption des graisses et on attribuait ce rôle à la présence dans cette sécrétion : 1° d'un ferment qui décompose une partie des graisses neutres en acides gras et glycérine; 2° d'un carbonate de soude alcalin qui forme un savon avec quelques-uns des acides gras mis en liberté.

M. Harley s'est attaché à rechercher, dans le présent mémoire, si cette extrême diminution de l'absorption des graisses, après l'ablation du pancréas, est bien due à l'absence du ferment dissolvant des graisses ou du carbonate de soude alcalin, contenus dans le suc pancréatique, et il est arrivé à la conclusion, que quelle que puisse être la cause qu'il faille attribuer à cette décroissance des quantités de graisse absorbées, on ne saurait l'assigner à l'absence de ce sel, ni de ce ferment, puisque, après qu'on a extirpé le pancréas, la graisse se décompose néanmoins dans l'intestin en acides gras et glycérine et qu'il continue même à se former des savons. Voici quelle a été la méthode employée. Après avoir fait jeûner un chien quatre jours, on lui donnait pour laver le rectum un abondant lavement d'eau chaude, puis un lavement de glycérine pour aider à l'expulsion de l'eau. Une quantité mesurée de lait lui était alors donnée; sept heures après, on le tuait au moyen du chloroforme; l'abdomen était ouvert aussitôt, on posait des ligatures à l'œsophage, au pylore, juste au-dessus du cæcum et aussi bas que possible sur le rectum. Le contenu de chacune des parties du tube digestif était recueilli séparément, et analysé séparé-

ment. On rapprochait les résultats de ces analyses diverses de celui qu'avait fourni l'analyse d'un échantillon du lait donné au chien.

Les matières recueillies dans chacune des parties du tube digestif étaient desséchées à 90° C., placées dans un appareil de Soxhlet et épuisées avec de l'éther. L'extrait obtenu était séché, puis redissous dans l'éther absolu ; le liquide était filtré à travers un filtre de papier exempt de graisse, dans un vase taré, évaporé et séché, et l'extrait sec était pesé avec le vase. On le traitait alors par une solution aqueuse de carbonate de soude qui convertissait les acides gras libres en savon : et après une nouvelle dessiccation, on reprenait par l'éther la graisse neutre, la cholestérine et on pesait ce nouvel extrait. La différence de poids permettait de déterminer la quantité d'acides gras mis en liberté.

En certains cas, on a dosé la cholestérine en saponifiant la graisse neutre par la potasse à l'alcool, on évaporait à siccité et on reprenait par l'éther, jusqu'à ce que le résidu ne contînt plus que de la cholestérine.

Le contenu intestinal épuisé par l'éther, était traité alors par l'acide chlorhydrique dilué, de façon à mettre en liberté les acides gras qui pouvaient y être renfermés sous forme de savons. On desséchait alors à 90° C., et on épuisait par l'éther. La quantité de graisse contenue dans l'extrait éthéré représentait les acides gras présents dans la masse intestinale sous la forme de savons. La « graisse totale » peut être alors calculée en additionnant la quantité d'acides gras ainsi extraite des savons à celles que fournissent les autres extraits éthérés.

La quantité de cholestérine est assez faible pour qu'on la puisse sans inconvénient négliger. Lorsqu'on a voulu déterminer l'action exercée par l'ablation du pancréas, on a soumis les chiens ainsi opérés à un jeûne de deux jours à l'issue duquel on a procédé à un lavage intestinal. Le contenu du tube digestif a été, après sacrifice de l'animal, analysé par la même méthode que celle appliquée à l'analyse du lait renfermé dans l'intestin des chiens intacts.

La comparaison de ces deux séries d'analyses montre que la différence entre les quantités de matières grasses décomposées et saponifiées retrouvées chez le chien normal et le chien « dépancréatisé » est beaucoup moins grande que l'ancienne théorie n'eût permis de le prévoir. Le tableau I permet de s'en faire une idée précise. Il montre que dans l'estomac, il y a chez le chien dépancréatisé un accroissement de la quantité d'acides gras libres. Il ne semble pas que cet accroissement soit dû à un surcroît d'activité de l'estomac, et il paraît plus vraisemblable d'admettre qu'il tient à un plus long séjour des graisses dans cette partie du tube digestif; le passage des matières grasses dans l'intestin est en effet considérablement retardé lorsque le pancréas a été enlevé.

La proportion d'acides gras saponifiés est pratiquement égale.

L'estomac a donc le pouvoir, non seulement de décomposer les graisses en glycérine et en acides gras, mais encore de saponifier ces acides et cela chez les chiens dépancréatisés comme les chiens intacts. Le pouvoir saponifiant de l'estomac est cependant très faible. Dans l'intestin grêle, au contraire, la majeure partie de la graisse est décomposée en glycérine et acides gras, et le tableau ci-dessus montre que la présence du suc pancréatique n'accroît que dans une faible mesure la quantité des acides gras mis en liberté. La quantité des acides gras saponifiés est accrue chez le chien dépancréatisé, ce qui implique une suractivité de la sécrétion de matières alcalines par les intestins. Dans le gros intestin, l'effet de l'absence du suc pancréatique sur la mise en liberté des acides gras se fait à peine sentir et la quantité des acides gras saponifiés demeure supérieure chez le chien dépancréatisé à ce qu'elle est chez le chien normal.

Tableau I. — Influence de l'ablation du pancréas sur l'émulsion des graisses dans le tube digestif.

	GRAISSE NEUTRE		ACIDES GRAS LIBRES		ACIDES GRAS SAPONIFIÉS	
	Chien normal	Chien dépancréatisé	Chien normal	Chien dépancréatisé	Chien normal	Chien dépancréatisé
Estomac	77,54	68.17	18,50	31,29	0.63	0,55
Intestin grêle	24.67	32.59	72,22	61.62	3,11	5,79
Gros intestin	34.17	33.27	58,65	53,32	7.19	13,41

H. Marshall Ward, F. R. S. : **Rapport sur la flore bactérienne de la Tamise.** — Ce rapport est un résumé des principales recherches accomplies depuis trois ans sur les bactéries de l'eau de la Tamise. Voici les principales conclusions auxquelles l'auteur est arrivé : 1° un grand nombre de formes ont été reconnues dans la Tamise, dont plusieurs sont pathogènes sous certaines conditions ; 2° les *espèces* décrites dans les traités didactiques ne sont généralement pas des espèces au point de vue botanique, mais simplement des variétés, des formes de croissance, dont les caractères distinctifs ne sont pas constants. Ces soi-disant espèces auraient besoin d'être revisées et groupées autour de types qui constitueraient les véritables espèces ; 3° les caractères dérivés de la conformation des colonies ne sont pas suffisants pour la détermination des espèces ; et la mesure dans laquelle ils pourront être employés avec d'autres sera seulement élucidée quand nous connaîtrons mieux comment les colonies se forment par la multiplication des bactéries ; 4° les effets de changements déterminés dans le milieu environnant ont une grande importance ; des colonies plates sur gélatine se développent différemment suivant la nature de cette dernière ; 5° l'eau de la rivière est un milieu nutritif pauvre et l'organisme bactérien y est exposé à de grands changements de température, de lumière, de mouvement, etc., pendant son séjour. La durée de ce séjour peut affecter différemment les bactéries ; ainsi, deux colonies dues à la même espèce, peuvent différer beaucoup si l'une provient du développement d'une cellule ayant séjourné plusieurs jours ou semaines dans l'eau, et l'autre d'une cellule qui n'y est restée que quelques heures. Il faut alors des semaines et des mois de culture dans les mêmes conditions pour rétablir l'identité des deux colonies.

Karl Pearson, F. R. S. : **Contributions mathématiques à la Théorie de l'Evolution. Sur une forme de corrélation illégitime qui peut résulter de l'emploi d' « indices » dans la mesure des organes.** — Lorsque l'on détermine la relation proportionnelle qui existe entre deux mensurations absolues du même organe ou d'organes différents, il convient de donner à cette relation le nom d' « indice ».

Soient $u = f_1(x, y)$ et $v = f_2(z, y)$ deux fonctions des trois variables x, y, z : si ces variables ont été choisies au hasard de telle sorte qu'il n'existe aucune corréla-

tion entre x, y, y, z ou z, x, il existera néanmoins toujours une corrélation entre u et v. Il y a donc un réel danger d'erreur à attribuer dans une statistique biologique la corrélation qui existe entre deux fonctions, telles que u et v, à une corrélation *organique*. Cette erreur a chance surtout d'être commise lorsque v et u ont le même dénominateur, car la corrélation des « indices » semble à première vue, dans ce cas, une très acceptable mesure de la corrélation organique. Les difficultés et les dangers qui naissent de l'usage des « indices » ont attiré l'attention de M. K. Pearson au cours de recherches faites récemment sur les données fournies par un grand nombre d'équations personnelles Il convint en ce cas de séparer en groupes distincts les erreurs faites par trois observateurs en évaluant une quantité variable à sa valeur réelle. Le résultat fut qu'une corrélation très complète se manifesta entre ces trois séries de jugements absolument indépendants. M. Pearson fut assez longtemps à s'apercevoir que cette corrélation n'avait rien à faire avec la manière de juger, mais qu'elle était l'effet de l'emploi des « indices ». L'application de cette idée à la biologie semble avoir une importance considérable.

Supposons par exemple qu'on prenne dans un ossuaire une certaine quantité d'os et qu'on les dispose en groupes, que l'on affirme correspondre chacun à un squelette particulier. Pour s'assurer qu'il en est bien ainsi, un biologiste s'attachera à rechercher dans le groupe ternaire : fémur, tibia, humérus, si une corrélation relie les « indices » fémur/humérus et tibia/humérus. Il pourrait raisonnablement conclure, semble-t-il, de cette corrélation, s'il en constate l'existence, qu'il existe un rapport organique entre ces os et en inférer qu'ils appartenaient bien à un même individu. En fait, puisque les coefficients de variation pour le fémur, le tibia et l'humérus sont approximativement égaux, il y aurait une corrélation d'environ 0,4 à 0,5 entre ces « indices », si les os avaient été groupés absolument au hasard. C'est ce que M. Pearson appelle corrélation illégitime ou bâtarde (*spurious correlation*) ; il faut entendre par là le degré de corrélation qui existerait entre des « indices », si les longueurs absolues dont ils dépendent étaient distribuées au hasard.

On a eu jusqu'ici coutume de mesurer la corrélation organique des organes des crabes, des crevettes, etc., par la corrélation d' « indices » où le dénominateur représente la longueur totale du corps ou de la carapace. Supposons une table formée avec les longueurs absolues et les « indices » de quelques milliers d'individus. Si l'on redistribue les « indices » au hasard, ils ne présenteront aucune corrélation ; et si les longueurs absolues sont redistribuées de la même manière, elles ne présenteront non plus aucune corrélation. Mais si les indices n'ont pas été calculés et que l'on redistribue ces grandeurs absolues au hasard, elles ne présenteront à coup sûr aucune corrélation organique, mais les indices qu'on en dérivera auront une corrélation égale ou supérieure à celle que l'on rencontre dans le cas précédent. Lorsqu'un biologiste ramène les diverses parties d'un animal à des fractions d'une longueur mesurée sur lui, une portion de la corrélation découverte entre les organes est sans aucun doute organique, mais une autre portion de cette corrélation doit être rapportée à la nature même de ses calculs.

Supposons maintenant qu'avec des os pris au hasard, ces indices fémur/humérus et tibia/humérus aient une corrélation de 0,45.

Si nous faisons l'hypothèse que successivement 1, 2, 3, 4 %, etc., des os sont placés dans les groupes auxquels ils appartiennent réellement, c'est seulement alors que commence à apparaître la corrélation vraiment organique de ces os. Elle part de 0,45 et elle se modifiera graduellement jusqu'à ce que 100 % des os soient rangés à leur vraie place. Sa valeur finale pourra être supérieure ou inférieure à 0,45, mais il aura mieux valu partir de 0,45 que de 0 pour la mesurer. Il semble certain que lorsqu'un biologiste aura reconnu que des os pris au hasard fournissent des données qui permettent d'établir une corrélation entre les indices des organes, il sera peu porté à faire de la corrélation des indices une mesure légitime de l'intensité de la corrélation entre les organes. Lorsqu'on estime par la mensuration habituelle des indices la corrélation relative, il semble qu'il faille toujours calculer tout d'abord le degré de corrélation illégitime qui se présente dans un cas donné.

M. Pearson établit alors les formules qui permettent de trouver : 1° la moyenne d'un indice en fonction des moyennes des coefficients de variation et des coefficients de corrélation des deux mesures absolues ; 2° la déviation normale (*standard deviation*) d'un indice en fonction des coefficients de variation et du coefficient de corrélation des deux mesures absolues ; 3° le coefficient de corrélation de deux indices en fonction des coefficients de corrélation des quatre mesures absolues et de leurs coefficients de variation. Il donne ensuite de nombreux exemples.

M. Francis Galton, F. R. S., a ajouté au mémoire de M. K. Pearson une longue note, où il s'efforce de rendre plus aisée, au moyen de diagrammes et de tables, l'intelligence des lois dont le jeu explique la genèse de la corrélation illégitime (*spurious correlation*).

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 11 Juin 1897.

M. C.-S. Whitehead étudie l'effet de l'eau de mer sur l'induction dans les câbles télégraphiques parcourus par un courant alternatif. Si v_o est la valeur maximum de l'induction magnétique normale en un point, et u_o la valeur maximum de l'induction magnétique normale lorsque l'eau de mer ne sert pas comme diélectrique, on a, pour une profondeur de 2.000 m. :

$$\frac{v_o}{u_o} = 0.21,$$

c'es-à-dire une perte de 79 %. — **M. T.-H. Blakesley** donne une nouvelle définition de la longueur focale. Soit un système de lentilles à deux foyers conjugués ; soit m le facteur de grossissement, c'est-à-dire le rapport linéaire de l'image à l'objet ; soit v la distance d'un des foyers à un point fixé sur l'axe. Le rapport $\frac{dv}{dm}$ est constant et égal à la longueur focale f. D'autre part si v_o est la valeur de v pour $m = 0$, et u_o la valeur de u pour $m = \infty$, on a :

$$\frac{v - v_o}{u - u_o} = m^2.$$

Cette dernière expression, m^2, peut être appelée le grossissement en surface, et a une grande importance en photographie. L'auteur décrit un banc d'optique qui permet la détermination du rapport $\frac{dv}{dm}$. — **M. J.-A. Fleming** décrit une méthode de mesure de la perte magnétique par hystérèse dans les bandes de fer droites. L'auteur se sert d'un wattmètre bifilaire à réflexion ; le morceau de fer est placé dans un long solénoïde traversé par un courant alternatif. Une petite bobine de fil fin est glissée le long du morceau de fer et on mesure les racines carrées des carrés moyens de la force électro-motrice dans cette bobine. De ces mesures et des dimensions du solénoïde et de la bobine, on déduit la densité de l'induction B pour chaque point de la longueur du fer, et on trace une courbe des valeurs obtenues. Si l'on admet que la perte par hystérèse varie comme la puissance 1,6 de la densité d'induction maximum, on peut construire une nouvelle courbe représentant la perte par hystérèse. On aura alors sur le barreau un point où la densité d'induction B_1 sera telle que la *moyenne* de la perte pour le barreau *tout entier*

sera proportionnelle à $B_1^{1,6}$. Ce point est appelé *point effectif* et pour chaque barreau il est situé aux 22 centièmes de la longueur.

Séance du 25 Juin 1897.

M. Kuenen a entrepris de nouvelles expériences sur les phénomènes critiques avec des mélanges d'éthane et d'acétylène et d'éthane et d'acide carbonique. La préparation de l'éthane offre quelques difficultés; à partir de l'iodure d'éthyle, on obtient un produit impur, probablement mélangé de butane; seule, l'électrolyse de l'acétate de soude donne un produit presque pur. L'auteur indique alors les constantes critiques des divers mélanges et indique spécialement les mélanges ayant une température critique inférieure à celle de leurs composants : ce sont généralement ceux dont la tension de vapeur est maximum. Ceux dont la tension de vapeur est minimum aux basses températures doivent présenter une température critique supérieure à celle de leurs composants, mais ce phénomène n'a pas été observé, contrairement à ce que M. Dewar avait trouvé. — M. G.-F.-C. Searle étudie le mouvement régulier d'un ellipsoïde électrisé. Quand un système de charges électriques se meut dans l'éther d'une vitesse uniforme, le champ électromagnétique, rapporté aux axes du mouvement des charges, peut être complètement défini au moyen d'une quantité dont la force électrique et la force magnétique sont de simples fonctions. Un autre vecteur du problème est la force mécanique exercée par l'unité de charge se mouvant avec le reste du système. L'auteur montre alors que la distribution de l'électricité sur un ellipsoïde est la même, qu'il soit en mouvement ou en repos. Une sphère chargée en repos produit le même effet qu'une charge ponctuelle placée en son centre. Si la sphère est en mouvement, elle produit l'effet d'une ligne uniformément chargée dont la longueur est au diamètre de la sphère ce qu'est la vitesse de la sphère à la vitesse de la lumière. Si la sphère se meut avec la vitesse de la lumière, cette ligne devient le diamètre de la sphère et la charge est en équilibre quelle que soit la distribution. Il en est de même pour un ellipsoïde. — M. Perry montre que les résultats obtenus par l'auteur aideront à résoudre plusieurs problèmes tel que celui de l'effet de la rotation de la terre sur les changements électriques à sa surface.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 18 Juin 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. O. Stolz : Sur deux valeurs limites dont l'intégrale supérieure est un cas particulier. — M. G. Kohn envoie deux notes : « Sur les polygones de l'espace de Poncelet » et « Remarques sur les correspondances symétriques de degré impair ».

2° Sciences physiques. — M. I. Schütz envoie une note sur les relations entre les forces et les ondes électriques. — M. J. Tuma présente un instrument destiné à mesurer les phases des courants alternatifs. Il est construit de telle façon que la relation qui relie la différence de phase φ à l'angle ψ de l'aiguille aimantée avec l'axe magnétique d'un des pôles est de la forme :

$$\operatorname{tang} 2\psi = \cos \varphi.$$

MM. R. Pribram et C. Glücksmann étudient les relations entre le changement de volume et le pouvoir rotatoire spécifique des solutions actives. Ils ont expérimenté avec des solutions aqueuses de nicotine de différentes concentrations; la courbe du phénomène se compose de trois parties avec deux points anguleux qui coïncident avec le maximum de contraction de la solution et un changement dans le poids moléculaire de la nicotine. — M. R. Wegscheider étudie les conditions dans lesquelles le brome peut remplacer le chlore (et inversement) dans les combinaisons de la série aromatique. — MM. H. Weidel et J. Pollak, en faisant agir l'acide nitreux sur l'éther diéthylique de la phloroglucine, ont obtenu deux dérivés nitrosés isomères α et β. Le premier est la 3.5-diéthoxyorthoquinone-2-monoxime, qui, par réduction, donne le 3.5-diéthoxy-2-amidophénol. Le second est la 3.5-diéthoxyparaquinone-4-monoxime, qui, par réduction, donne le 3.5-diéthoxy-4-amidophénol.

Séance du 1er Juillet 1897.

1° Sciences physiques. — M. G. Jaumann a produit des rayons cathodiques au moyen de deux cathodes parallèles reliées à la même machine électrique et a constaté que ces rayons interféraient. D'autre part, l'auteur montre que la déviation des rayons cathodiques par un champ électrostatique pouvait être prévue par sa théorie. — M. J. Tuma décrit une nouvelle pompe pneumatique à mercure. La pression de l'air pousse le mercure d'un réservoir inférieur à un réservoir supérieur vide d'air; quand celui-ci est presque plein, l'air y rentre à son tour et pousse le mercure dans un troisième réservoir vide d'air et situé encore plus haut. De cette façon, on peut faire monter le mercure d'une hauteur plus grande que la hauteur barométrique ordinaire. — MM. Max Bamberger et Anton Landsiedl montrent que le pinorésinol, extrait de la résine du pin, possède la formule $C^{17}H^{18}O^2(OH)^2(OCH^3)^2$. La résine du pin est formée de deux parties : l'une, soluble dans l'éther, est un mélange des éthers du pinorésinol avec les acides abiétique et paracumarique; l'autre, insoluble dans l'éther, est un dérivé du pinorésinotannol $C^{30}H^{28}O^4(OCH^3)^2(OH)^2$. De la résine du mélèze on retire le laricirésinol $C^{14}H^{10}(OCH^3)^2(OH)^3$. — M. Hans Meyer présente un travail sur la cantharidine et montre que ce corps n'a pas la formule d'un anhydride α-kéto-dicarbonique mais celle d'un acide β-lactocarbonique. — MM. J. Herzig et H. Meyer ont utilisé leur méthode de détermination de l'azote lié à des radicaux alcooliques pour étudier la constitution de certains corps. — M. A. Pfob, en traitant le gaïacol par l'acide nitreux, a obtenu la 2-méthoxy-*p*-chinone-4-monoxime; ce corps est identique avec la *p*-nitrosométhyl-*o*-anisidine. Par réduction, il donne le 2-méthoxy-4-amidophénol.

2° Sciences naturelles. — M. F. Siebenrock a étudié le développement du squelette de la tête chez les Tortues.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Météorologie

Origine, variations et perturbations de l'Electricité atmosphérique. — L'origine de l'électricité atmosphérique reste encore bien mystérieuse; les tentatives de théorie font toutes appel à des propriétés hypothétiques, ou même en contradiction avec l'expérience. L'action des radiations ultra-violettes sur les corps électrisés m'avait paru, depuis longtemps, capable de fournir une explication tout à fait satisfaisante, en supposant que la glace se comporte comme les métaux; c'est ce que j'ai pu faire contrôler cet hiver.

Voici donc un exposé succinct de cette théorie physique des phénomènes électriques de l'atmosphère.

1. — Herz a découvert, en 1887, que l'étincelle électrique éclate plus facilement sous l'action de la lumière ultraviolette que dans l'obscurité. En 1888, Wiedemann et Ebert ont montré que cette action s'exerce à la cathode (électrode négative), qu'elle a un maximum dans l'air vers la pression de 300 millimètres de mercure; d'après Arrhénius, ce maximum aurait lieu vers 6 millimètres, et d'après Stoletow à une pression variable avec l'intensité du champ électrique, à peu près proportionnellement.

L'étude attentive de cette action a montré que *toute surface métallique chargée d'électricité négative perd cette électricité, lorsqu'elle est exposée aux radiations ultraviolettes, quelque faible que soit la charge négative.*

L'action sur l'électricité positive est nulle.

M. Righi, M. Stoletow ont même pu se servir de cette action pour *mesurer* les différences de potentiel au contact.

2. — M. Buisson, qui a vérifié cette délicatesse d'action de la lumière ultraviolette, a exécuté à ma demande une série d'expériences sur la glace, comparée au zinc.

Un faisceau de lumière ultraviolette (arc électrique, aluminium) traverse une plaque de laiton perforée, portée à un potentiel positif, et tombe sur un bloc de glace qui forme l'armature négative du condensateur. Ce bloc repose sur un disque métallique, à pied isolant, en communication avec un électromètre.

Avant l'éclairement, le bloc de glace et l'électromètre sont mis en communication avec le sol, puis cette communication est supprimée. Dès qu'on éclaire, l'aiguille de l'électromètre se déplace, et indique que le bloc de glace perd son électricité négative, jusqu'à égalisation du potentiel de la glace et de la lame de laiton.

L'action sur le bloc de glace *sec* au sortir d'un mélange réfrigérant est très intense (de l'ordre du dixième au vingtième de celle du zinc). — Dès que la surface du bloc commence à fondre, l'action de la lumière ultraviolette diminue beaucoup; enfin, lorsque l'eau de fusion couvre toute la surface éclairée du bloc, la perte d'électricité négative devient négligeable.

Tels sont les résultats obtenus cet hiver au Laboratoire de Physique de l'Ecole normale par M. Buisson.

La glace est très sensible aux radiations ultraviolettes; l'eau y est insensible.

3. — Rapprochés de l'influence non douteuse de l'abaissement de pression sur cette action, et de l'absorption de la lumière ultraviolette du Soleil par l'atmosphère, ces résultats transforment mon hypothèse sur l'origine de l'électricité atmosphérique en une théorie expérimentale digne d'être publiée.

S'il existe à un moment quelconque dans l'atmosphère un champ électrique, les aiguilles de glace des cirrus s'électrisent par influence, positivement à un bout, négativement à l'autre. S'il arrive que l'extrémité négative des aiguilles de glace reçoive des radiations solaires ultraviolettes, les aiguilles de glace ainsi éclairées perdront toute leur charge négative et resteront électrisées positivement.

L'état neutre ou négatif des cirrus est instable; tout cirrus éclairé par le Soleil devient positif.

4. — L'expérience a d'ailleurs montré que l'air ainsi éclairé *reste isolant* (contrairement à ce qui arrive pour les rayons de Röntgen). Dans les expériences de laboratoire, où le conducteur positif est peu distant du conducteur négatif, le transport de l'électricité par mouvement de l'air est rapide. Dans l'atmosphère il en sera autrement.

L'électricité négative perdue par les aiguilles de glace est déposée dans l'air environnant (hypothèse). *L'ensemble*

du nuage apparaît comme positif, lorsque les aiguilles se séparent de l'air environnant.

L'état neutre de l'air est instable. L'air qui traverse une région où se forment des cirrus éclairés est négatif. L'air neutre dans lequel s'est évaporé un cirrus positif est devenu positif.

Dans la formation des cirrus par mélange[1], les mouvements indépendants de masses d'air voisines, les unes nuageuses, les autres limpides, sont fréquents. — L'air négatif se séparera alors du cirrus positif.

Si la masse d'air négative descend, et si, toujours négative (car l'électricité ne peut disparaître), elle atteint le sol cultivé, les innombrables pointes d'herbes ou de feuilles rendront facile l'échange d'électricité entre le sol et l'air. *Le sol continental est chargé négativement par échange avec l'air.*

A la surface des mers, rien de semblable ne se produit; l'air reste négatif; il se sature de vapeur; mais, quand par détente, cette vapeur se condense en fines gouttelettes, celles-ci, comme des pointes fines, empruntent à l'air sa charge. *Les cumulus de détente des régions océaniques sont négatifs.*

Au niveau du sol aucune action directe des radiations ultraviolettes ne se fait sentir, parce que ces radiations n'y parviennent presque pas, parce que l'eau n'y est pas sensible et parce que la pression de l'air est élevée.

5. — Il paraît inutile d'insister sur les caractères de la variation diurne, et sur la complication que le transport de l'air électrisé peut lui donner. — L'influence sur les orages est évidente; le même coup de vent donne de la pluie et des averses la nuit; des orages à la fin du jour, lorsque l'action solaire a électrisé les cirrus et que la convection a éloigné l'air négatif. La lenteur de cette convection explique également les deux ou trois journées de temps à apparence orageuse, qui précèdent ordinairement le véritable orage dans nos climats.

Dans les régions, ou les saisons, où l'air est à peu près calme, comme à la limite du cône d'ombre circumpolaire de saison froide, le cirrus électrisé positivement dans toute la masse pendant le jour, reste environné de l'air négatif. Dès la nuit venue l'état stable change; entre l'air négatif et les aiguilles de glace positives, des effluves s'étendent dans toute l'épaisseur du nuage. Cette explication cadre parfaitement avec toutes les particularités des *aurores polaires;* elle convient aussi pour les nuages lumineux observés quelquefois dans nos régions et pour les lueurs diffuses des soirs d'été, dits éclairs de chaleur.

6. — Enfin, le mécanisme de l'action des troubles solaires devient très simple. Toute variation d'éclat *ultraviolet* du Soleil a une action immédiate sur les aurores polaires et l'électricité atmosphérique, là où existent des cirrus; sur les orages, cette action peut être retardée de quelques jours, là où les cumulus sous-jacents aux cirrus étaient neutres ou à peu près. La nécessité des cirrus préexistants ou en formation et des cumulus localise cette action d'une manière variable avec l'ensemble des circonstances météorologiques.

L'importance des troubles provoqués est sans relation avec l'importance visuelle des facules, mais dépend exclusivement de l'intensité de la radiation ultraviolette transmissible à travers l'atmosphère. A ce titre les facules et surtout les taches observées à l'œil nu ne sont que des indices défectueux et il est grandement à désirer que les observations de M. Deslandres soient régulièrement organisées et publiées.

7. — D'autres actions, telles que la pulvérisation des gouttelettes d'eau tombant sur un obstacle, ont été indiquées, depuis quelques années, comme jouant un rôle dans la production de l'électricité atmosphérique. Je crois qu'elles ne jouent qu'un rôle secondaire et perturbateur, et que le rôle fondamental est celui que j'invoque.

[1] Vents et nuages, par M. Brillouin (sous presse). *Ann. du Bur. centr. mét.*, 1898.

L'électricité atmosphérique est entretenue par l'action des radiations solaires ultraviolettes sur les aiguilles de glace des cirrus;

Elle est due à la même cause, le champ électrique initial nécessaire s'étant produit inévitablement dans les déplacements relatifs des hautes régions atmosphériques par rapport au globe terrestre aimanté.

Marcel Brillouin,
Maître de Conférences à l'École Normale Supérieure.

§ 2. — Physique

Nouveau procédé de détermination de la densité des corps pulvérulents (méthode du flacon). — Toutes les méthodes proposées jusqu'à ce jour pour la détermination de la densité des corps en poudre ne permettent pas de résoudre ce problème d'une manière satisfaisante. La plus parfaite, qui est certainement celle du voluménomètre, laisse encore beaucoup à désirer. Dans son *Traité de Manipulations de Physique*, M. Witz[1] indique les principales causes d'erreur de cette méthode; elles sont dues: 1° à l'énergie variable avec laquelle les poudres absorbent et retiennent l'air atmosphérique; 2° à la difficulté qu'on éprouve à maintenir constante la température pendant toute la durée de l'expérience. Une différence de 1° centigrade entraîne une erreur de 2 centimètres cubes sur la détermination du volume.

J'ajouterai, comme autre difficulté, l'évaluation exacte de la poussée de l'air sur la poudre, lors de la détermination du poids du corps; une partie de l'air emprisonné entre les particules de la substance peut peser sur le plateau de la balance ou tout au moins modifier le volume exact de la poudre.

La méthode que je propose permet, en évitant ces principales causes d'erreur, d'obtenir d'excellents résultats.

Il faut se procurer, outre une balance sensible, un flacon à densité semblable à ceux qui servent pour les liquides volatils; le tube portant le trait de repère est donc muni d'un bouchon rodé à l'émeri permettant l'obturation complète de l'appareil.

Sur l'un des plateaux de la balance, on place une tare convenable (comprenant, autant que possible, un flacon à densité semblable à celui qui sert pour l'opération) et on lui fait équilibre successivement, dans l'autre plateau, avec :

1° Le flacon bouché (rempli d'air) et des poids marqués p_1;

2° Le flacon à moitié rempli de la poudre dont on veut déterminer la densité (contenant en outre de l'air) et des poids marqués p_2;

3° Le flacon bouché, contenant la substance, de l'eau distillée jusqu'au trait de repère et des poids marqués p_3;

4° Le flacon bouché plein d'eau distillée et des poids marqués p_4.

Chaque fois, il faut avoir soin de mettre le flacon en communication avec un appareil à faire le vide jusqu'à expulsion complète de l'air atmosphérique et de ne laisser rentrer ensuite que de l'air sec. L'agitation du flacon, ou de petites secousses données avec précaution, favorisent beaucoup le départ de l'air.

Ensuite, le flacon est placé pendant une vingtaine de minutes dans un milieu à température constante, afin que toutes les déterminations soient effectuées à la même température.

L'équilibre étant obtenu, on enlève le liquide jusqu'au trait de repère, on bouche le flacon, on le place pendant quelques instants dans la cage de la balance, puis on procède à la pesée.

Les opérations précédemment décrites permettent d'établir un certain nombre d'équations, desquelles on tire, pour valeur de la densité du corps pulvérulent :

[1] *Cours élémentaire de Manipulations de Physique*, par A. Witz, 2e édition, 1895, p. 78; Gauthier-Villars et fils, édit.

$$D = \frac{\delta\,(p_1 - p_2) - a\,(p_4 - p_3)}{(p_1 - p_2) - p_4 - p_3)},$$

où δ est la densité de l'eau dans les conditions de l'expérience, a le poids de 1 centimètre cube d'air dans les mêmes conditions, et p_1, p_2, p_3, p_4 la valeur des poids marqués qu'on a successivement ajoutés dans les quatre opérations précédentes pour obtenir l'équilibre.

Si l'on pose :

$$\frac{p_1 - p_2}{p_4 - p_3} = m,$$

on a :

$$D = \frac{\delta m - a}{m - 1} = \frac{\delta m}{m - 1} - \frac{a}{m - 1}.$$

D se compose donc de deux termes, l'un principal, l'autre secondaire et correctif. La valeur de ce dernier terme, pour une densité voisine de 6, est d'environ une unité du rang des centièmes. Il est donc important d'en tenir compte; dans les déterminations précises surtout, on ne saurait sans inexactitude le supprimer.

Quand la poudre est soluble dans l'eau, même partiellement, il faut choisir un autre liquide tel que l'alcool, le chloroforme, l'éther, la benzine, etc... Si la densité du liquide, dans les conditions de l'expérience, est connue, la formule précédente s'applique intégralement; δ est alors la densité du liquide qui remplace l'eau distillée. Si cette densité est inconnue, on la détermine en tarant le flacon rempli d'eau distillée.

E. Lenoble,
Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille.

§ 3. — Chimie physique

La notion de « solution solide ». — La lettre de M. Lecoq de Boisbaudran, publiée dans le dernier numéro de la *Revue* [1], nous a valu de M. Ch.-Ed. Guillaume la réponse suivante, que nous nous faisons un plaisir d'insérer :

« C'est par un simple oubli, un lapsus, dirai-je, que le nom de M. Lecoq de Boisbaudran a été omis dans mon récent article; j'ai mentionné ses belles recherches dans mon ouvrage *Les Radiations nouvelles;* mais j'avouerai à ma honte que je ne me rendais pas un compte exact de la part prépondérante prise par l'illustre chimiste dans la création de cette idée de la solution solide, un peu négligée pendant des années, et dont on commence seulement à comprendre la grande importance.

« Les travaux de M. Walthère Spring et de M. Roberts-Austen sur la *diffusion des solides* ont montré dans quelle mesure la notion de solution est compatible avec l'état solide; et de nombreuses recherches récentes ont conduit à reconnaître le rôle important qu'une très petite impureté joue souvent dans un gros phénomène.

« Mon excuse, en ce qui concerne la notion de la solution solide, sera la suivante : il en a été peu question dans les travaux français, et tous les mémoires étrangers que j'ai consultés en attribuant la création à M. van t' Hoff; mon oubli aura eu du moins l'avantage d'attirer l'attention sur une injustice qu'il était temps de réparer.

« M. Lecoq de Boisbaudran partage en ce moment le sort auquel peu de précurseurs ont échappé. Une idée nouvelle et d'une grande fécondité ne devient populaire qu'accompagnée d'un nombreux cortège de vérifications expérimentales; mais c'est le propre d'un esprit créateur de la deviner avant qu'elle s'impose par la masse même des faits qu'elle réunit en un faisceau; l'auteur de la découverte n'y perd rien; venant tardivement, l'hommage qui lui est dû s'augmente des intérêts. »

Ch.-Ed. Guillaume,
Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.

[1] Voir l'article de M. Ch.-Ed. Guillaume sur les « Rayons X et la Dissociation », dans la *Revue* du 15 juillet et la lettre que M. de Boisbaudran nous adressait au sujet de cet article dans la *Revue* du 15 août (page 611).

§ 4. — Géographie et Colonisation

Le Bulletin du Comité de Madagascar. — Le Comité de Madagascar se propose de contribuer à la colonisation, à la mise en valeur et à l'extension de la connaissance de la grande possession que la France a récemment acquise dans l'Océan Indien.

Il se compose de savants, de commerçants et d'industriels. Le bureau de son conseil est ainsi composé : Président d'honneur : M. Grandidier, de l'Institut; Président : M. J. Charles-Roux, député; Vice-Présidents : MM. d'Estournelles, député, J. Chailley-Bert, secrétaire général de l'*Union coloniale*, Delhorbe, chargé de missions à Madagascar; Secrétaire : M. le vicomte Armand. Son existence date de trois ans. Il publia, pendant l'année 1895 et une partie de 1896, un Bulletin qui fut lu avec intérêt.

Cette publication fut interrompue pendant les derniers mois de l'année 1896, en raison des événements dont Madagascar était alors le théâtre, de l'insécurité qui y régnait et de la suspension forcée de l'œuvre de colonisation.

Désormais le *Bulletin du Comité de Madagascar* reparaît régulièrement.

Sous l'action énergique du général Gallieni, l'île se pacifie de jour en jour davantage.

De proche en proche le favahalisme s'éteint. Il est permis de penser de nouveau à l'exploitation agricole et industrielle de notre nouvelle colonie.

Le *Bulletin* contribue à répandre la connaissance de Madagascar, car, si le monde malgache a déjà provoqué beaucoup de travaux, d'ici longtemps, la matière ne sera pas épuisée. Il expose tous les faits dont Madagascar est le théâtre. Il porte particulièrement son attention sur les actes de nos compatriotes, qu'ils soient investis d'une fonction publique, ou qu'ils agissent comme simples particuliers.

Mais le *Bulletin* n'est pas seulement un recueil exact de l'histoire contemporaine de Madagascar. Le Comité a l'ambition de conseiller l'opinion publique.

Aussi, à mesure qu'elles se présentent, les questions relatives à Madagascar sont-elles exposées et discutées dans le *Bulletin*, par les hommes qui sont le plus qualifiés pour le faire par leurs voyages et par leurs études [1].

Henri Dehérain.

Les voyages d'études de la « Revue ». — Aux capitales de la Baltique et en Russie. — Le premier voyage organisé par les soins de la *Revue générale des Sciences*, avec l'assistance de son Comité de patronage, est en heureuse voie. Le samedi 14 août, les nombreuses personnes inscrites pour y prendre part se sont embarquées au Havre sur le grand paquebot de la Compagnie générale Transatlantique, le *Versailles*. Ses cabines spacieuses, son vaste salon, son pont-promenade et sa dunette en font pour les passagers la plus confortable demeure pour cette croisière en Baltique. Sur l'avant, et d'un accès très aisé, est aménagée une cabine photographique où, par un raffinement d'attention, un réservoir d'eau et des éviers pour le lavage des clichés ont été installés. Il est donc possible, si quelque passager désire s'assurer de ce que lui donne son appareil, de développer commodément quelques plaques.

M. Léger, professeur au Collège de France, M. L. Olivier, directeur de cette *Revue*, et M. Gandolphe, professeur à l'Université suédoise de Göteborg, ont pris place à bord pour diriger le voyage.

Le soir, par un clair de lune à peine voilé par moments de quelques nuages et par temps calme, le *Versailles* a quitté le Havre, se dirigeant vers la mer du

[1] Le *Bulletin du Comité de Madagascar* paraît tous les mois au siège du Comité, 44, Chaussée-d'Antin. Abonnement 12 francs par an.

Nord. Celle-ci lui a été clémente et c'est après une bonne traversée qu'il est arrivé à Copenhague.

D'avance, nous savions que l'hospitalité danoise serait particulièrement bienveillante à nos compatriotes. Voici que l'on nous apprend que de grandes fêtes organisées en leur honneur les attendaient à Copenhague et les y ont retenus dans la nuit du 18 au 19. Dans la journée, les officiers russes de l'*Etoile Polaire* se sont présentés à bord du *Versailles*, et, s'empressant de répondre à cette démarche de haute courtoisie, les directeurs de la croisière leur ont rendu visite à bord du yacht impérial.

Le Comité de patronage ne saurait être qu'extrêmement sensible à ces marques si précieuses de sympathie de la part des savants danois et des officiers de la Marine russe, et c'est inaugurer sous les plus heureux auspices la série des voyages d'études de la *Revue* que de trouver à la première escale un accueil d'une si parfaite bonne grâce[1].

H.-L. Léonardon,
Secrétaire du Comité de Patronage et d'Etudes.

Les voyages d'études de la « Revue ». — Au pays des Croisés. — A quelque quatre-vingts kilomètres au nord de Damas, au petit village d'Aïn Berdaï, on aperçoit, se profilant sur le ciel clair, six grandes colonnes, d'une chaude teinte dorée au soleil couchant, dominant de leur taille gigantesque les monuments de l'acropole de Baalbeck, ces « ruines souveraines » décrites avec un charme si pénétrant par l'auteur de la *Galilée*.

Ni les Arabes, qui se sont construit là une forteresse, ni les chrétiens du temps de Théodose, qui avaient fait une église d'un des sanctuaires païens, ni les tremblements de terre, plus forts que les hommes, n'ont pu avoir complètement raison des édifices superbes dont Antonin le Pieux et Septime Sévère dotèrent l'antique Colonia Julia Felix Heliopolitana, la Cité du Soleil. Le goût des Romains pour le grandiose s'est donné là libre carrière. C'est par une cour rectangulaire de 135 sur 120 mètres qu'on a accès au grand temple. C'est à lui qu'appartiennent les six colonnes corinthiennes, de 21 mètres de haut, aperçues de loin par le voyageur, et à juger d'après elles des proportions du monument, celui-ci, avec son soubassement, devait s'élever à 37 mètres environ au-dessus du sol.

Le temple consacré au Soleil, et qu'on appelle souvent le petit temple, par comparaison avec l'autre, car il a plus de 68 mètres de longueur, est mieux conservé. Seize colonnes de son péristyle subsistent, ainsi que les murs de la *cella* et un admirable portail corinthien.

Ce qui surprend le plus dans ces ruines immenses, c'est la dimension des matériaux mis en œuvre, et il y a là pour l'ingénieur aussi bien que pour l'archéologue un véritable problème. Un des murs de l'acropole, de 60 mètres de long, est constitué uniquement par six pierres énormes, bout à bout, et dans le mur de l'ouest, qui a reçu le nom de *trilithon*, trois pierres de 19m,09, de 18m,80 et de 19m,31 de longueur, sur 4 et 5 mètres de hauteur et d'épaisseur, forment la tête de la plate-forme sur laquelle se dresse le grand temple. On se demande comment on a pu amener et mettre en place ces blocs, « les plus gros, je crois, écrivait Renan, que la force de l'homme ait remués sur aucun point du globe ».

L'accès de Baalbeck a été singulièrement facilité par la construction du chemin de fer de Beyrouth à Damas. En quittant cette voie à la station de Mallakah, trois ou quatre heures de voiture suffisent maintenant pour atteindre les ruines d'Héliopolis. Aussi avons-nous pensé que quelques-uns des touristes qui prendront part à l'excursion de Damas, au retour se rendraient volontiers à Baalbeck, et nous nous préoccupons dès maintenant de leur en procurer les moyens. D'autre part, pour ne pas les forcer à écourter le séjour à Damas, nous avons décidé de prolonger d'un jour l'escale de Beyrouth, et grâce à une meilleure utilisation du temps dans notre itinéraire, nous avons pu y réussir sans changer les dates du départ et du retour. L'heure du départ seule sera avancée et fixée à une heure de l'après-midi, le 13 septembre. Le bateau se rendra directement à Rhodes et l'escale de La Canée se placera, en revenant, entre Jaffa et Messine. Nous sommes heureux d'avoir pu permettre de la sorte la visite d'une des cités les plus intéressantes de la Syrie antique.

La Direction.

§ 5. — Congrès et Concours

Congrès pour l'étude de la Tuberculose. — Le quatrième Congrès pour l'étude de la Tuberculose aura lieu à Paris, dans la dernière semaine de juillet 1898, sous la présidence de M. le Professeur Nocard, d'Alfort.

Les quatre questions suivantes seront mises en discussion :

1° Des Sanatoria comme moyens de prophylaxie et de traitement de la Tuberculose. (Rapporteurs : MM. Le Gendre, Netter et Thoinot).

2° Des Sérums et des toxines dans le traitement de la tuberculose. (Rapporteurs : MM. Landouzy et Maragliano).

3° Des Rayons X dans le diagnostic de la tuberculose. (Rapporteur : MM. Bouchard, Claude et Teissier.)

3 *bis* Des Rayons X dans le traitement de la tuberculose. (Rapporteurs : MM. les Professeurs Lortet, de Lyon, et Bergonié, de Bordeaux).

4° La lutte contre la Tuberculose animale par la prophylaxie. (Rapporteurs : MM. Nocard et Banc).

Les adhésions peuvent être envoyées dès maintenant à M. Masson, 120, boulevard Saint-Germain, à Paris.

Concours ouvert par la Société industrielle de Mulhouse. — La *Société industrielle de Mulhouse* vient de faire connaître le programme des questions qu'elle met au concours pour l'année 1898. Voici les plus importantes :

Arts chimiques. — Synthèse de la cochenille. Teinture ou mordançage par les sels métalliques. Fabrication de couleurs solides nouvelles. Fixation des couleurs d'aniline. Encre indélébile pour tissus. Blanchiment à l'eau oxygénée. Nouvelle machine à imprimer au rouleau. Application de l'électricité à l'impression.

Arts mécaniques. — Moteurs à gaz de grande puissance. Métier continu à filer pour trame. Nouvelle machine à sécher. Installation de moteurs électriques. Etude comparative de l'éclairage d'une ville ou d'une usine.

Agriculture. — Propagation des méthodes de culture intensive. Etude sur les ennemis des cultures.

Statistique et Géographie. — Statistique de la population ouvrière. Variation du prix de la main-d'œuvre depuis un siècle. Cartes en relief.

Utilité publique. — Améliorations dans le domaine de l'utilité publique. Participation aux bénéfices.

Beaux-Arts. — Genre d'impression. Agrandissement des dessins.

Les mémoires, dessins et pièces justificatives doivent être marqués d'une devise et adressés, avant le 15 février 1898, au président de la *Société industrielle de Mulhouse.*

[1] Au moment de mettre sous presse, nous recevons de Saint-Pétersbourg plusieurs dépêches nous apprenant l'arrivée du *Versailles* en cette ville après une bonne traversée de la Baltique. Là encore, les voyageurs ont été l'objet d'une réception enthousiaste par la population.

LA NAVIGATION DE LA GARONNE ET DU RHONE

COMPARAISON DE CES FLEUVES AVEC LA LOIRE[1]

I. — La Garonne.

Il y a cinquante-cinq ans, on travaillait avec ardeur, simultanément, à la correction de la Garonne entre Agen et Bordeaux et à la construction du canal latéral (Toulouse à Castets). Ce canal, avec celui du Midi, établit une communication entre les deux mers. Quelques années plus tard, on sollicitait des travaux d'un autre ordre : on ne rêvait plus que chemins de fer, et les représentants des populations allaient jusqu'à dire qu'au besoin, il fallait poser des rails sur la cuvette asséchée du canal latéral. Aujourd'hui enfin, la roue a tourné et l'on déclare que ce canal est nécessaire à la prospérité publique et qu'il faut l'affranchir de la Compagnie du Midi, qui en est locataire et y perçoit des péages élevés.

Longée par le chemin de fer et par le canal latéral, la Garonne fluviale ne sert guère à la navigation. Mais les travaux faits ont été fort utiles aux propriétaires riverains, et l'on peut tirer plus d'un enseignement des résultats qu'ils ont donnés. — Nous nous occuperons successivement des *graviers, des sables et des vases, du tracé des rives, du profil en long.*

§ 1. — Les graviers, les sables et les vases de la Garonne.

La Garonne, à l'état de nature, déplace incessamment ses rives en les corrodant ; des graviers blancs émergent de son lit et quelques végétations spontanées s'y développent ; mais notre fleuve du Sud-Ouest a maintenant des riverains civilisés, qui font des plantations sur ces graviers et voilà de nouvelles îles à marquer sur les cartes. « Certaines corrosions, dit Baumgarten[2], n'ont lieu que pendant les moyennes et basses eaux... Le plus grand nombre n'a lieu que par l'affaissement et le glissement des berges, qui s'opèrent seulement deux ou trois jours après que les eaux sont rentrées dans leur lit, à la suite d'un grand débordement; dans ces circonstances, les terres fortement imbibées sont poussées en dehors par les eaux qui, après avoir pénétré le sol de la plaine, refluent souterrainement vers la rivière, et, n'étant plus soutenues par les eaux du courant, finissent par s'affaisser.

« Pendant les crues, les bancs de graviers immergés se mettent parfois en mouvement ; mais les graviers de la surface roulent seuls sur le plan doucement relevé de la grève, et ils tombent sur un talus raide après avoir franchi l'arête de celle-ci. D'autres les recouvrent et ils ne se remettent en marche que longtemps après. — L'arête marche de 20 mètres, de 30 mètres dans une année ; à un moment donné, des sables se déposent en aval et le talus n'est plus visible. Les graviers, de la grosseur d'une forte noix, se mettent en mouvement par des vitesses de 2 mètres à $2^{m},50$. Lorsque les eaux sont très hautes, les arêtes des grèves peuvent s'exhausser, mais des passes se creusent au travers avant le retour de l'étiage. Toutefois, les grèves ne sont pas toujours en marche; les arêtes ne descendent qu'en cas de modification notable dans le lit, soit par la corrosion des berges, soit par des travaux. »

En somme, les graviers proprement dits marchent très peu. « Leurs déplacements sont tout à fait locaux » (Baumgarten). Ils proviennent, en général, des bancs contemporains d'un cataclysme antérieur aux temps actuels, bancs qu'on trouve à une grande hauteur au-dessus des crues. D'après l'auteur cité, « il n'en descend guère ou pas du tout des montagnes actuelles ». Le sable ne forme qu'exceptionnellement des bancs isolés, mais il est mêlé au gravier dans la proportion de 20 à 40 %. Les courants l'entraînent jusqu'au bas de la Garonne et dans la Gironde.

Les vases coulent avec l'eau jusqu'à la mer. Des dépôts, plus ou moins mêlés de sables, se forment en route, dans les parties où la vitesse est insensible; ils ont été énormes dans les cases latérales aux rives nouvelles de la Garonne, sur les points où il a fallu réduire sérieusement la largeur.

Le lit de la Garonne est parfois de tuf. Au cours des travaux exécutés par Baumgarten, entre l'embouchure du Lot et la limite du Lot-et-Garonne, ce tuf paraît avoir été affouillé sur 1 mètre d'épaisseur dans une étendue de 300 mètres. Ce fait doit donner à penser que de grands mouvements du lit se sont manifestés pendant les travaux de régularisation ; on en cite, en effet, de bien remarquables, notamment des affouillements de 5 mètres, qui ne se sont arrêtés qu'au tuf. Parfois des roches inaffouillables ont été rencontrées (à Reculay), et il a fallu creuser une passe artificielle en les extirpant.

[1] Cet article fait suite au travail de M. Lechalas publié dans la *Revue générale des Sciences* du 15 septembre 1896.

[2] *Annales des Ponts et Chaussées* de 1848.

§ 2. — Le tracé des rives.

Dans les travaux exécutés vers 1840 et années suivantes, on s'est borné à régulariser la rivière, en lui donnant une largeur sensiblement constante. On n'avait aucune idée de l'importance de la variation graduelle des courbures et de celle des largeurs (minima aux points d'inflexion), non plus que de la nécessité d'adopter une certaine longueur pour toutes les courbes, tant qu'on reste dans la même section, c'est-à-dire entre deux affluents. Il en résulte que, parfois, les grandes profondeurs se rencontrent le long de la rive convexe (au coude si prononcé de Judix, par exemple). On a donc substitué au désordre ancien un désordre atténué par la fixité des rives, point essentiel, il est vrai, qui a sauvé les riverains des destructions périodiques de leurs propriétés et amélioré le régime général en tarissant la principale source des matières en mouvement, du moins la fraction provenant de la partie maintenant endiguée. Les rives nouvelles sont formées de lignes de pieux clayonnés, défendues par des enrochements; ces lignes sont rattachées aux rives anciennes, de manière à former une série de cases en dehors du lit; ces cases s'envasent et s'ensablent rapidement, d'où résulte une diminution de la section offerte aux crues, à hauteurs égales de celles-ci. Mais l'effet utile de la régularisation des courants compense cette diminution, et les crues ne s'élèvent pas plus haut qu'autrefois. — Dans une longueur limitée, M. Fargue a appliqué des idées nouvelles au tracé des rives, et les résultats ont été excellents; la diminution de la pente longitudinale des eaux obligerait, si l'on avait étendu ce système à une grande longueur, à employer des moyens spéciaux pour annuler peu à peu la diminution de la pente kilométrique ou pour maintenir de distance en distance le niveau ancien du lit. Cette diminution de pente est en elle-même une excellente chose, puisque la profondeur augmente en raison de la marche inverse de ce facteur de l'écoulement, tandis que la vitesse diminue; nous reviendrons sur ce sujet.

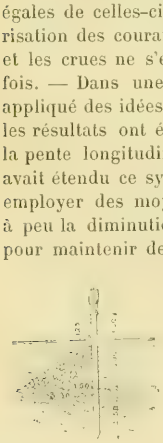


Fig. 1. — *Ligne de pieux clayonnés, défendue par des enrochements, pour la régularisation du lit des rivières.*

Nous donnons ici (fig. 1) l'indication du type adopté pour les ouvrages de régularisation du lit (lignes de pieux clayonnés, défendues par des enrochements). Le système est économique et l'entretien n'est pas coûteux : la végétation se développe, les cases s'atterrissent et se couvrent de saules, etc.; l'ensemble se maintient, bien qu'en quelques endroits il y ait eu détérioration des nouvelles rives.

§ 3. — Le profil en long de la Garonne.

Les déclivités moyennes de la Garonne sont, en basses eaux, par kilomètre :

De la source de la Garonne au Pont-du-Roi.	27m00
Du Pont-du-Roi au confluent du Salat, origine de la navigation.	3, 72
De là à Toulouse	1, 65
De Toulouse au confluent du Tarn.	0, 61
De là au Lot.	0, 60
Du Lot à Castets.	0, 31
De Castets à Langoiran	0, 17
De Langoiran à Bordeaux	0, 05

A Bordeaux, la basse mer de vive-eau dépasse le niveau de la basse mer à Cordouan; mais en morteau le contraire a lieu.

Le profil en long est moins tourmenté depuis les travaux qu'il ne l'était autrefois, mais les profondeurs sont faibles sur les sommets du thalweg; il paraîtrait qu'on a en général 1m,10 lorsque les eaux marquent 0m,50 à l'échelle de Marmande. C'est bien maigre comparativement aux profondeurs de 2 à 3 mètres au-dessous de l'étiage, obtenues par M. Fargue dans la petite longueur où il a tracé les rives dans le département de la Gironde. Nous manquons des éléments nécessaires pour dire ce que donnerait la partie traitée par M. Baumgarten si l'on ajoutait à l'endiguement le système des épis plongeants adopté sur le Rhône, après déblaiement des fonds inaffouillables qu'on rencontre sur quelques points. En parlant d'un mauvais passage, M. Baumgarten dit [1] : « Si ce résultat (1m,10 de profondeur minima pour 0m,50 à l'échelle de Marmande) ne se manifestait pas bientôt, on le provoquerait par des épis en glacis d'étiage, que M. de Baudre a appliqués avec tant de succès aux travaux de la Gironde, en aval de l'embouchure du canal latéral, où il fallait obtenir un tirant d'eau de 2 mètres. » Ces travaux consistent en « quelques lignes de rattachement en saillie sur les lignes de rive, formées uniquement par de gros saucissons qui s'élèvent à 1 mètre ou 0m,80 au-dessus de l'étiage contre les lignes de rive, et vont en s'abaissant vers le large ». Ce n'est donc pas seulement à l'étranger, comme on l'a dit, qu'on aurait pu aller chercher des exemples d'un système que M. l'ingénieur Jacquet a appliqué sur une si grande échelle dans les travaux du Rhône. Il est vrai que l'essai de M. de Baudre est devenu inutile depuis qu'on a fait des endiguements plus parfaits dans la Basse-Garonne, et que ses saucissons ont sans doute disparu depuis longtemps.

En se reportant au tableau qui précède, on voit

[1] *Annales des Ponts et Chaussées* de 1848.

que les épis de M. de Baudre ont été construits sur une partie de rivière beaucoup moins déclive que le Rhône.

Cela peut donner à penser, soit dit en passant, que le même système réussirait sur la Loire, en l'appliquant, comme le projetait M. Baumgarten, à titre de complément de la régularisation de la rivière.

Entre Agen et le département de la Gironde, sur une longueur de 88 kilomètres, la pente totale des eaux était de 28m,38 en 1854 et de 28m,21 en 1861; on n'a pas constaté de changement depuis cette dernière époque. Mais cette pente moyenne de 0m,32 par kilomètre se répartit très inégalement : aux roches de Reculay, il y a 1m,20 de pente sur 500 mètres de longueur, soit la caractéristique énorme de 2m,40 par kilomètre. Voici le tableau des autres rapides dépassant 0m,80 par kilomètre :

1 rapide de 0m,85 de pente kilométrique sur		500m
2 de 0m,90 à 1 mètre	—	1.000
2 de 1m,00 à 1m,10	—	1.500
2 de 1m,10 à 1m,20	—	1.500
3 de 1m,20 à 1m,30	—	1.500
1 de 1m,65	—	500

Peu de temps après l'exécution des travaux, en 1854, on a constaté les abaissements d'étiage suivants : à Agen, 0m,20; à Nicole, 0m,66; à Marmande, 0m,52; les zéros des échelles ont été abaissés de ces quantités, mais à plusieurs reprises le fleuve est descendu au-dessous des zéros nouveaux.

C'est surtout dans le département de la Gironde, entre le Lot-et-Garonne et Castets, que l'abaissement de l'étiage a été sensible; à Caudrot, il a été de 1m,64. La marée qui, en 1843, ne se faisait pas sentir à Castets, se manifeste maintenant beaucoup plus haut.

En somme, les travaux de régularisation n'ont pas produit de résultats bien importants dans le département de Lot-et-Garonne, parce que les tracés n'ont pas été faits suivant les règles posées par M. Fargue, celui-ci n'ayant publié son premier mémoire qu'en 1868. Les modifications qui se sont produites dans les pentes superficielles n'ont pas été, en général, très considérables, parce que les tracés ont été très défectueux; d'ailleurs la présence de fonds inaffouillables, sur un certain nombre de points, ne permettait pas aux abaissements résultant de la diminution des pentes de se cumuler sur de grandes distances. La sécurité des riverains, dont les limites de propriété sont désormais bien fixées, voilà, comme nous l'avons déjà dit, le plus clair profit des travaux. — Le trafic fluvial est à peu près nul sur la Garonne en amont de Castets, embouchure du canal latéral.

II. — Le Rhone.

§ 1. — Les graviers, les sables et les limons.

Il n'y a pas, dans le Rhône français, d'apports des montagnes voisines des sources du fleuve, puisque le lac de Genève les intercepte au passage. Mais certains affluents, l'Ardèche notamment, lui apportent des matériaux arrachés aux terrains accidentés de leurs bassins pendant les grands orages. Cependant, on trouve l'origine des apports solides surtout dans les rives du fleuve : ces rives s'élèvent à 1 mètre au moins au-dessus des eaux moyennes; elles sont formées de sable, de limon, de graviers mal agglutinés qui s'accumulent au pied des talus à la suite des éboulements et du départ de la terre et du sable. Quand les eaux montent davantage, il y a des changements dans la direction des courants, et des pans de terrain peuvent être séparés du continent. Entre Pont-Saint-Esprit et Arles, un grand nombre d'îles ont cette origine[1].

Ces phénomènes ne peuvent plus se produire aujourd'hui avec la même intensité qu'autrefois, par suite des travaux dont nous parlerons plus loin. Les limons ne proviennent pas seulement des rives éboulées; par exemple, l'Arly, l'Arc, la Romanche et le Drac entraînent dans l'Isère, et celle-ci dans le Rhône, des masses considérables de matières terreuses et calcaires; la même chose a lieu dans le bassin de la Durance, où tous les cours d'eau sont torrentiels. — Les vases sont entraînées par le Rhône jusqu'à la mer, où elles allongent le delta. Comme on le verra plus loin, les pentes du Rhône sont fortes, et l'on devait s'y attendre par suite de la nature de ses alluvions, où les graviers jouent un grand rôle jusqu'à la Durance et un peu au-dessous. Mais il n'a pas été fait pour notre grand bassin méridional d'études aussi complètes que pour la Loire, où M. Comoy est arrivé à chiffrer le volume de sable qui passe, année moyenne, sous les ponts de Nantes (400.000 mètres cubes).

§ 2. — Le tracé des rives du Rhône.

Vers 1860, un programme général pour l'amélioration du Rhône navigable a été présenté. Il s'agissait de continuer le système des digues longitudinales, déjà employé, et, en ce qui concerne la partie s'étendant de Lyon à Arles, d'obtenir un mouillage de 1m,50. La correction des mauvais passages devait coûter 16 millions; les défenses de rives, pour éviter de nouvelles perturbations, 21.300.000 francs. Total 37 à 38 millions. De 1860 à 1865 on n'a employé que 800.000 francs par an; en 1865, nouveau programme sur la base d'un mouil-

[1] Voir Bouvier et Surell, *Mémoire* de 1843.

lage de 1 m, 60 en amont d'Arles et de 2 mètres d'Arles à la mer : évaluation de 27 millions pour ce qui concerne Lyon à Arles, sur lesquels on a dépensé 13 millions de 1865 à 1878.

A cette dernière date est intervenue la loi du 13 mai 1878, affectant 45 millions à l'amélioration du fleuve entre Lyon et la mer au moyen de digues longitudinales, de défenses de rives et de dragages. Le programme était toujours d'obtenir 1m,60 entre Lyon et Arles, mais il n'était pas question des vitesses; on admettait implicitement que la correction des rapides procurerait une diminution suffisante de ces vitesses, dans les parties où, concurremment avec le manque de profondeur, elles s'opposaient au développement du trafic. Le projet comportait l'exécution de digues discontinues le long du lit, ayant pour but de guider le courant de chaque concavité à la suivante, située le long de l'autre rive, et le barrage des bras parasites. On s'en tenait aux idées régnantes, malgré les beaux mémoires et les admirables travaux de M. Fargue, et ces idées ne permettaient pas d'entrer dans la phase d'exécution avec la précision que les vues de cet ingénieur permettent de donner aux opérations. Aujourd'hui, en Hollande, on se base toujours sur la méthode de M. Fargue dans les projets de travaux en rivière ; il en sera bientôt de même en France, et les riverains de la Loire y auront contribué en demandant qu'on plaçât les travaux de leur fleuve sous sa haute direction, conformément au conseil que nous nous sommes permis de leur donner.

Fig. 2. — *Plan d'une partie du Rhône où l'on a utilisé, pour la régularisation, les épis plongeants ou épis noyés.* — Les épis sont indiqués en pointillé. La régularisation est incomplète.

En 1880, il y eut, parmi les ingénieurs du Rhône, un revirement dans les idées, et M. Jacquet proposa l'emploi des *épis noyés* ou *épis plongeants*. Voici (fig. 2 le plan d'une petite partie du Rhône où ces épis sont indiqués en pointillé ; les rives ne sont régularisées qu'incomplètement, mais les épis permettent de perfectionner les conditions de l'écoulement; ils offrent un moyen de correction des mauvais tracés. Mais il y a autre chose : les travaux d'endiguement amènent la diminution de la pente superficielle sur les maigres améliorés et les effets de ce genre se cumulent, à mesure que des maigres successifs sont attaqués. Ne voulant pas diviser le fleuve en biefs, par l'emploi de barrages de soutènement du lit, qui auraient, de distance en distance, racheté les abaissements de ce lit et de la surface liquide, on a pris le parti d'établir des séries d'épis noyés dans les mouilles afin d'y accroître la pente et de compenser par là les diminutions produites sur les maigres des traverses (ou des points d'inflexion du tracé). On peut dire que les *épis plongeants* sont la monnaie des barrages de soutènement du lit, dont on ne veut pas afin d'éviter la construction d'écluses en rivière ou dans des dérivations. On prend son parti des grandes vitesses pour n'avoir pas à imposer à la navigation la gêne des éclusages. Par malheur, les bateaux ont à monter le plan incliné, très raide, de la surface des eaux du Rhône; ils sont victimes d'un excès de sollicitude...Mieux vaudrait être moins protégés; mais l'esprit des hommes est le plus souvent simpliste, parce qu'il est toujours difficile de penser à plusieurs choses à la fois.

La mode est, à cette heure, aux épis noyés. Pour éviter qu'on n'ajourne indéfiniment les travaux de la Loire, nous comprenons qu'il faut sacrifier quelque chose à l'unité dans la campagne entreprise ; c'est pourquoi nous nous rallions aux épis noyés en ce qui concerne la partie basse du fleuve ; mais il faut songer aussi à l'honneur des principes, et nous faisons remarquer une fois de plus que les barrages de soutènement du lit (figure 3, page 650) offrent un excellent moyen de profiter de l'immense avantage de la diminution des pentes que procurent les tracés Fargue. Ce qui doit dominer dans les études sur les rivières à fond mobile, c'est la comparaison, dans chaque section considérée, des arrivages et des départs des matières solides en mouvement [1] ; si l'on améliore les conditions d'écoulement des eaux, les débits de sable augmenteront et, par suite, il y aura diminution de la pente du lit jusqu'au rétablissement de l'équilibre, cette diminution étant contraire au facile écoulement solide [2]. Pour que l'encaissement dans le sol de la plaine ne dépasse pas toute borne, il faut que la pente *totale* ancienne soit rétablie. On peut le faire peu à peu avec les épis noyés ou par fortes parties avec nos barrages de soutènement du lit ; ceux-ci, n'étant pas en saillie sur les niveaux

[1] Voir ce que nous disons des *débits de sable* dans notre brochure sur *Nantes et la Loire* (mars 1870), et dans notre mémoire de 1871 (*Annales des Ponts et Chaussées*).

[2] Le nouvel équilibre des entrées et des sorties de sable dans la section résultera de ce que le bon tracé des rives, en amenant la diminution de la pente du lit, créera une cause agissant dans un sens contraire à sa propre action.

actuels du lit, ne présentent aucun des inconvénients qu'on pourrait redouter de barrages saillants dans une rivière à grands transports solides. La petite gêne du passage à des écluses peu nombreuses (au moins dans la partie basse de la Loire), serait insignifiante comparativement à l'avantage de la diminution des vitesses. Mais les ingénieurs, sauf M. Flamant, et, je crois, son successeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées, ne se rallient pas nettement à nos idées; c'est peut-être parce qu'ils ne sont pas assez théoriciens, et l'on trouve pourtant qu'ils le sont trop.

Si l'on va chercher des modèles dans le Rhône, que du moins on ne se figure pas trouver là une solution complète; les épis noyés, à eux seuls, ne peuvent résoudre toutes les difficultés; ils n'ont pas donné au Rhône la grande navigation sur laquelle on comptait. Comme l'auteur de cet article avait eu l'occasion de signaler les illusions des promoteurs de ces épis, en montrant que les vitesses seraient encore trop fortes après les travaux pour que la navigation devînt assez économique sur le Rhône, feu M. Jaquet, promoteur du système, lui disait : « Si l'on ne trouve pas à faire du touage économique entre Lyon et Arles, vous aurez eu raison, mais on trouvera ! » Je ne sache pas qu'on ait encore trouvé; il est bien difficile que le touage ne soit pas onéreux quand les plans inclinés à franchir sont aussi raides; aussi les progrès de la navigation ne sont-ils pas en rapport avec les dépenses faites. — Mais dans une rivière plus tranquille que le Rhône (la Loire, par exemple) le système des épis, sans être le meilleur, peut rendre des services, à la condition de le combiner avec l'endiguement Fargue, de procéder d'aval en amont et de s'arrêter au point où les vitesses ne permettraient plus une navigation économique. Force sera alors d'employer les barrages de soutènement du lit, accompagnés de courtes dérivations éclusées, jusqu'au point où eux-mêmes devraient être trop rapprochés.

§ 3. — Le profil en long du Rhône.

Le profil en long du Rhône accuse maintenant les mêmes pentes moyennes qu'autrefois, lorsqu'on mesure ces pentes sur d'assez grandes longueurs, puisqu'on refrène au moyen des épis la tendance du fleuve à s'horizontaliser dans une certaine mesure. On peut donc admettre les chiffres suivants comme étant encore exacts, en temps d'étiage, bien qu'ils aient été relevés avant 1878 :

Pente moyenne, par kilomètre, de l'embouchure de la Saône à Saint-Vallier	$0^{m}475$
De Saint-Vallier à l'Isère.	0,560
De l'Isère à l'Ardèche	0,788
De l'Ardèche à Soujean, limite des graviers. . . . . $0^{m},50$ à	0,25
De Soujean à Arles	0,06

On rencontre souvent dans le Rhône des vitesses de $1^{m},50$ à $2^{m},50$ par seconde. Il faut une très forte crue dans la Loire pour qu'on y observe, dans la partie inférieure de la vallée (au-dessous de la Vienne), des vitesses de $1^{m},50$, et nous ne pensons pas qu'on en trouve nulle part de $2^{m},50$ si ce n'est aux cataractes de quelques ponts trop étroits et dans le haut de la partie nominalement navigable.

Si l'on rapproche les chiffres du tableau qui précède des pentes kilométriques de la Garonne et de la Loire, on voit que, de l'Isère à l'Ardèche, ils dépassent considérablement ceux que nous avons donnés pour la partie comprise entre l'embouchure du Lot et Castets, d'une part, entre Orléans et Nantes d'autre part[1], pour ce qui regarde la Loire. Il n'y avait donc possibilité d'obtenir une bonne navigation sur le Rhône qu'en établissant un programme basé sur l'endiguement rationnel (Fargue) et sur les barrages de soutènement du lit[2]. Grandes profondeurs et petites vitesses, telles auraient été les conséquences de ce système; il aurait fallu, par contre, accepter l'inconvénient des dérivations éclusées. Mettant en balance les dépenses à faire et les avantages probables, on aurait été en mesure de se prononcer en connaissance de cause.

III. — Comparaison de la Garonne et du Rhône avec la Loire.

On a déjà fait des rapprochements entre la Loire et le Rhône, en traitant de ce dernier fleuve. Il nous reste cependant quelques observations à présenter, au risque de nous répéter parfois.

Les pentes et les vitesses dans les rivières à fond mobile, quand elles ne sont pas obstruées de distance en distance par des fonds inaffouillables, ne dépendent que des facteurs suivants :

La densité des matières solides à évacuer, leurs volumes individuels et le débit annuel solide nécessaire pour le maintien d'un équilibre périodique;

Le total du débit liquide annuel et sa distribution dans le cours de chaque année;

La hauteur et le tracé des rives, la distribution des courbures et la longueur des courbes.

On comprend que, toutes choses égales d'ailleurs, des graviers ne peuvent être évacués sans une grande augmentation des pentes qui suffisent pour des sables. Si, par la pensée, l'on substitue des graviers aux sables de la Loire, on voit de suite les conséquences : accroissement énorme des lar-

[1] *Revue générale des Sciences* du 15 septembre 1896.

[2] Voir Lechalas : *Hydraulique fluviale*, et Flamant : Avant-propos de son *Cours d'Hydraulique*. (Baudry et Cie, Paris.

geurs du lit, exhaussement considérable vers l'amont et, par suite, remblaiement du sol arable de la vallée.

Dans un autre ordre d'idées, si l'on suppose qu'un autre facteur, le tracé des rives, soit modifié de manière à favoriser le débit des sables (régularisation rationnelle de M. Fargue), la pente longitudinale sera modifiée dans le sens inverse de ce qui vient d'être dit ; le fleuve s'encaissera jusqu'à faire ébouler les rives si l'on n'avise pas à prévenir la cumulation des abaissements du lit. Quels moyens employer pour cela? Tel est le problème qui reste à résoudre par l'expérience pour compléter les découvertes de M. Fargue.

Il ne faut pas se laisser hypnotiser par la perspective des barrages de soutènement du lit, car les épis noyés sont néfastes (Rhône) lorsqu'ils ont pour effet de maintenir de trop fortes pentes ; il faut regarder en face la question de la division en biefs, évaluer la dépense et prévoir ce que produira ce système pour la navigation, au lieu de trancher tout d'abord la question, sans songer qu'un parti pris contre les barrages est bien singulier dans un pays qui possède l'admirable Seine canalisée. Les barrages de soutènement du lit diffèrent d'ailleurs essentiellement des anciens barrages de rivière, qui étaient en saillie sur le lit ancien [1].

Analysons d'abord avec précision le phénomène de l'amélioration d'une rivière à fond mobile, quand on a réussi à en tracer parfaitement les rives. On sait ce qu'on a obtenu sur une petite partie de la Garonne (2 à 3 mètres de profondeur, au lieu de $0^m,70$, mais avec diminution de la pente superficielle des eaux et de la ligne passant par les sommets du lit dans le thalweg) ; si l'on avait opéré de même sur une grande longueur, les abaissements de l'étiage auraient été limités vers l'amont, parce qu'il y a en divers endroits des points où le rocher est à nu. Les bancs inaffouillables constituent, pour ainsi dire, des barrages naturels, qui auraient empêché l'abaissement du lit de se cumuler indéfiniment ; par suite l'effondrement des rives ne se serait pas produit. Mais si rien n'entravait la marche des choses, le système amènerait avec le temps, vers le haut de la rivière, un abaissement d'étiage énorme, d'où la mise en l'air des rives ; cela obligerait à aviser bien avant la fin de l'évolution. Pour obtenir une amélioration radicale, il faudrait établir de distance en distance des *barrages de soutènement du lit* : ABCD de la figure 3 représente la pente ancienne du fond mobile [1] ; AE, BF, CG, DH, sont les barrages de soutènement qui maintiennent en A, B, C, D le niveau ancien du lit ; dans le cas où ces barrages ne seraient pas exécutés et où n'existeraient pas de parties inaffouillables, le fond nouveau se réglerait suivant une pente amoindrie, de H en un point situé verticalement au-dessous de A, et le volume de l'affouillement serait colossal ; en effet, la pente de EB, FC... est celle qui correspond au bon règlement des rives et le prolongement du lit du bief d'aval vers l'amont donnerait le fond nouveau, ou du moins les lignes passant par les sommets du thalweg transformé.

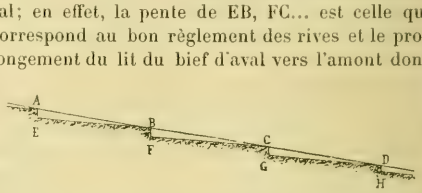


Fig. 3. — *Emploi des barrages de soutènement pour la régularisation du lit d'une rivière.* — AE, BF, CG, DH, barrages de soutènement du lit.

Dans une rivière à pente modérée, comme la Loire entre la Maine et Nantes, il n'y aurait pas à craindre qu'un grand nombre de barrages (et par suite, de dérivations éclusées) devînt nécessaire ;

[1] La Seine transporte moins de sables que la Loire, mais la navigation y trouve une profondeur de $3^m,20$, à laquelle la Loire ne prétend pas.

[1] La figure 3 définit par la ligne droite ABCD la pente du lit d'une rivière ; mais en réalité ABCD ne peut être que la ligne passant par les sommets du thalweg ; on sait que celui-ci présente des hauts et des bas, se succédant irrégulièrement dans une rivière à fond mobile à l'état naturel, et régulièrement au contraire dans une rivière à rives bien tracées. Dans ce dernier cas, les grandes profondeurs du thalweg se trouvent le long des rives concaves et les petites au milieu du lit, dans les endroits où le courant passe d'une rive à l'autre, — mais sans que ces dernières descendent à de très petites valeurs. — Pour montrer quel est le désordre sur le parcours des bateaux quand la rivière est abandonnée à elle-même, ou encombrée d'ouvrages arbitrairement tracés, nous allons donner quelques indications sur les profondeurs maxima et minima au-dessous des étiages locaux que rencontrent les bateaux dans quelques parties de la Loire, de l'embouchure de la Maine à Nantes : entre les bornes kilométriques 63 et 64 de Maine-et-Loire, $3^m,80$ et $0^m,60$; entre 69 et 70, $3^m,85$ et $0^m,75$; entre 86 et 87, $4^m,75$ et $1^m,20$; entre les bornes 4 et 5 de la Loire-Inférieure, $4^m,50$ et $0^m,75$; entre 16 et 17, $4^m,20$ et $0^m,50$; entre 20 et 21, $3^m,65$ et $0^m,30$; entre 30 et 32, $4^m,75$ et $0^m,40$; entre 39 et 40, $6^m,70$ et $1^m,20$; entre 48 et 49, $3^m,30$ et $1^m,50$; entre 53 et 54, $1^m,25$ et $0^m,45$. On remarquera le minimum de $0^m,30$; mais il est vrai qu'il est compté, comme toutes les autres profondeurs, au-dessous du plus bas étiage et qu'on arrive facilement à $0^m,50$ avec quelques chevalages peu coûteux. — La moyenne de toutes les profondeurs maxima kilométriques, de la Maine à Nantes, est de $2^m,65$, la moyenne des minima est de $0^m,70$, et la moyenne générale des unes et des autres de $1^m,67$. On peut juger d'après cela de la valeur des affirmations relatives au prétendu contraste existant sous ce rapport entre la Loire et les autres grands fleuves. On a dit que le lit de celle-là ne présentait que de faibles ondulations, non comparables à celles du Rhône et de la Garonne, d'où l'on a conclu qu'il n'y avait pas à compter sur la réforme d'une rivière dont il faudrait abaisser le lit entier pour arriver à un résultat sérieux... Nous n'insistons pas.

mais dans le Rhône, il en eût été autrement. Aussi cette solution aurait-elle été imparfaite, bien que supérieure à celle qu'on a adoptée; cela permet de dire qu'entre Lyon et Arles une navigation intensive ne pouvait guère être assurée que par un canal, solution adoptée avec raison pour la haute Loire. La même chose pourrait devenir nécessaire sur une certaine longueur de ce dernier fleuve, auprès d'Orléans, si, après avoir renoncé, à partir de la Vienne, je suppose, aux épis noyés, et exécuté des barrages de soutènement du lit, on reconnaissait que le nombre de ceux-ci, et par conséquent des écluses, devrait être trop grand au-dessus d'un certain point (Blois, par exemple). Il faut remarquer que, de Briare à Orléans, la pente kilométrique est comparable à celle du Rhône, près de Lyon; ce que nous venons de dire ne doit donc pas surprendre. Mais comme on procédera à partir de l'aval, rien ne sera laissé au hasard. En effet, après avoir remonté de Nantes à Ancenis par le lit de la Loire endigué et garni d'épis noyés, on verra ce que deviendront les vitesses; si elles ne sont pas de nature à s'opposer à un grand développement de la navigation, on poursuivra jusqu'à la Maine et les mêmes observations seront faites sur les vitesses dans la nouvelle partie régularisée. Quant aux pentes kilométriques, il n'y a pas à en parler, puisque les épis noyés seront distribués de manière à les maintenir. La régularisation (procédé Fargue), diminuant les pertes de force vive par le frottement de l'eau sur elle-même et sur le lit, il y a plus de puissance disponible, et la faculté d'entraînement du sable est augmentée, d'où résulterait une réduction de la pente si, après la régularisation du profil longitudinal obtenu dans chaque courbe, on n'ajoutait pas les épis; ceux-ci auront pour effet de consommer de la force vive, d'où conservation des déclivités kilométriques, et faculté d'entraînement ramenée à sa valeur actuelle. — Les travaux ne seraient continués au-dessus de la Maine, dans le même système, que si les vitesses restaient acceptables. Bien avertis par ce qui s'est passé dans le Rhône, on ne s'entêterait pas à poursuivre une expérience qui, admissible dans le bas, cesserait d'être raisonnable en remontant, c'est-à-dire dans une partie plus déclive et à vitesses plus grandes (ces deux circonstances sont expliquées par le plus grand débit de sable)[1].

C'est l'expérience qui prononcera sur la question du point où les épis noyés devront céder le pas aux barrages de soutènement du lit. C'est l'expérience aussi, si elle conduit en un certain point à trop rapprocher les barrages, qui imposera de recourir à un canal. On voit que le plan de campagne est simple et rationnel, et il est certain, dès maintenant, que le canal ne jouera qu'un rôle très secondaire dans les travaux de la partie de la Loire dont on s'occupe actuellement, si même il y intervient. Les remarquables travaux de M. de Mas sur le matériel de la batellerie, la recherche des formes admissibles à la fois pour les canaux et pour les rivières à pentes modérées permettent de concevoir les plus belles espérances.

Il ne faut pas croire qu'une grande profondeur soit l'élément le plus essentiel pour la navigation; ce que celle-ci demande avant tout, c'est la modération des vitesses; sauf l'inconvénient d'avoir besoin d'un matériel spécial (inconvénient possible, mais non certain), on peut dire qu'il serait très suffisant d'avoir 1 mètre de profondeur en Loire, avec des vitesses faibles, puisqu'il serait facile d'obtenir de forts tonnages en ayant des bateaux de grandes dimensions. D'ailleurs 1 mètre à l'étiage correspondrait à $1^{m},80$ pendant la plus grande partie de l'année[1].

Poursuivant la comparaison entre la Loire et les deux autres fleuves, nous aurions à nous occuper du raccordement avec la partie maritime. Quant au Rhône, rien à dire, puisqu'il se jette dans une mer sans marée et est par conséquent condamné au delta final. En ce qui concerne la Garonne, on sait que les besoins du commerce ont conduit à établir à Bordeaux un bassin à flot; il était pourtant moins nécessaire qu'à Nantes, parce que l'évolution de la marée se poursuit au loin vers l'amont, ce qui a pour conséquence directe une bonne profondeur dans le port. Pour Nantes, il se trouve, par suite de la disposition des lieux (fig. 4), que le meilleur emplacement du bassin à flot serait le port actuel lui-même (comme cela a été trouvé à Bristol); il y aurait donc à ouvrir un nouveau bras, remplaçant, pour l'écoulement des crues, les bras qu'on engloberait dans le bassin à flot. Le nouveau bras serait tracé de manière à favoriser l'évolution de la marée vers le haut de la rivière, où s'emmagasinerait un grand volume d'eau au moment du flot entre

[1] D'après M. Comoy, la différence des débits solides entre l'embouchure de l'Allier et Nantes provient des enlèvements de sable par les riverains (600.000 m. c.). Il faut tenir compte aussi de l'usure en route, par les frottements du sable sur lui-même, etc. Les sables très ténus se mêlent à l'argile diluée et entrent en suspension. Les cases latérales et les faux bras, après l'endiguement Fargue, absorberont une masse énorme de sables et de vases.

[1] Le débit minimum est de 100 mètres cubes en aval de la Maine; le débit ordinaire est au moins de 200 mètres cubes. Or, celui-ci correspond à un relèvement de $0^{m},50$ à $0^{m},60$ de la surface liquide, qui sera porté à $0^{m},80$ par le règlement des rives (comportant une forte réduction de la largeur moyenne).

Nantes et Mauves, partie de rivière où l'on ferait de volumineux dragages. Pour ne pas étendre

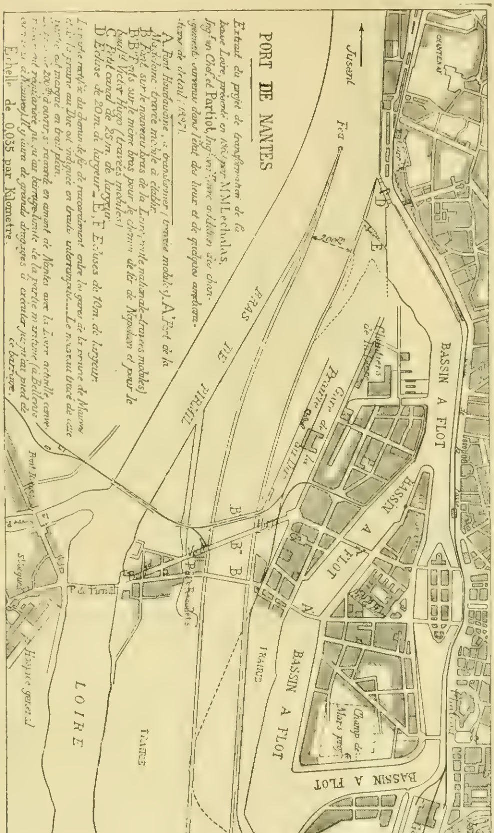


Fig. 4. — Projet de transformation de la Loire à Nantes.

ceux-ci indéfiniment, on arrêterait la partie maritime du fleuve à Mauves, limite actuelle des fortes vives eaux, au moyen d'un barrage éclusé. Cette limitation serait analogue à celle qui existe dans la Seine (barrage Martot, auprès d'Elbeuf).

Il est classique que, dans les rivières à marées, on ne peut avoir de bons ports maritimes qu'en des points au-dessus desquels la marée se propage sur de grandes longueurs; or, les radiers des vieux ponts, les restes d'anciennes pêcheries, etc., transforment la ligne des ponts de Nantes en une sorte de barrage, d'où il résulte que l'emmagasinement de marée au-dessus du port est insignifiant en vive eau et nul en morte eau. Si l'on veut que Nantes soit un grand port maritime, il faut absolument faire cesser cet état de choses. Le projet esquissé ci-dessus conduirait certainement au but : en même temps qu'il donnerait à ce nouveau centre de grande activité commerciale le bassin à flot dont le besoin se fait déjà sentir, il conduirait à l'amélioration de la Loire maritime. C'est par des mouvements de marée plus étendus, et dans de meilleures conditions qu'aujourd'hui, qu'on arrivera à réduire les énormes dragages d'entretien auxquels on se trouve condamné à l'aval de Nantes[1].

M.-C. Lechalas,
Inspecteur général
des Ponts et Chaussées en retraite.

[1] Le maire de Rive-de-Gier, dans un discours aux membres de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, disait, il y a quelques jours : « L'essor de Rive-de-Gier, comme celui des autres villes de l'agglomération industrielle qui rayonne autour de Saint-Etienne, est enrayé, non par les difficultés, mais par les prix des transports. Il n'est plus possible, pour notre région, de lutter avantageusement avec les centres industriels desservis à bon marché par des canaux. L'idée primitive de réunir la Loire au Rhône par un canal, dont la section de Givors à Rive-de-Gier est l'amorce, a été reprise. Elle sera, nous l'espérons, poursuivie et menée à bien... » — On sait que les ennemis de la navigation répondent qu'il serait moins cher d'accorder quelques abaissements de tarifs sur les chemins de fer; mais les réclamations des concurrents surgiraient et l'on ne sait où l'on irait. En tous cas, on voit que les travaux de la Loire seraient bien loin de ne représenter qu'un intérêt local. Il est heureux pour l'Allemagne, dont on connaît l'énorme développement de la navigation fluviale, qu'on ne se soit pas arrêté, dans ce pays, à des objections semblables à celles qui se produisent chez nous. — Quant aux dépenses à prévoir, on ne tardera pas à reconnaître qu'elles n'ont aucun rapport avec les chiffres de fantaisie qui ont été mis en avant, dans des milieux officiels et autres.

M.-C. L.

L'ÉTAT ACTUEL
DE L'INDUSTRIE DE LA PARFUMERIE EN FRANCE[1]
TROISIÈME PARTIE : PRÉPARATION ET ÉCOULEMENT DES PRODUITS DE CONSOMMATION

I. — Mise en œuvre des produits d'extraction et des produits artificiels.

L'industrie de la *parfumerie proprement dite* a pour objet de dissoudre ou d'incorporer les parfums dans les différents produits de la Cosmétique : extraits, eaux de toilette, savons, pommades, huiles, poudre de riz, etc.

Les matières premières, nous l'avons vu, revêtent, à cause même de leur concentration, une forme dure, désagréable. Si rectifiées qu'elles soient, elles présentent avec le corps qui leur a donné naissance une différence, toujours sensible, de fleuri, de charme. En rendre l'emploi possible et agréable, leur donner de la suavité, en les diluant et les mariant, tel est l'art du Parfumeur.

Comparaison rebattue, mais trop vraie pour ne pas être rappelée : le parfumeur compose un bouquet comme le peintre cherche un ton sur sa palette. De même que celui-ci réalise la coloration verte qu'il rêve, non pas avec une couleur verte toute faite, mais avec des mélanges de bleu et de jaune, de même celui-là corrige, renforce sa violette avec d'autres senteurs : rose, cassie, iris. Seulement, les lois des odeurs qui s'exaltent ou se détruisent ne sont pas connues : c'est affaire d'expérience, d'habileté. S'il veut reproduire la rose, le parfumeur trouve à sa disposition des extraits alcooliques d'enfleurage, de l'essence de distillation, de l'essence concrète de dissolution, enfin des produits artificiels : géraniol, rhodinol, etc. Par un mélange savant de ces produits, mélange qui les corrigera les uns les autres, il reproduira l'odeur à peu près exacte de la rose. En outre, il pourra donner à son parfum de la fixité en y ajoutant du musc ou des baumes, de la fraîcheur avec des essences d'Auriantacées. Le point délicat sera le dosage : là encore il opère par tâtonnement comme l'artiste modifie graduellement sa copie jusqu'à ce qu'elle ressemble au modèle.

Sa formule trouvée, les matières premières transformées suivant les besoins, — dissoutes en teintures pour les extraits ou les lotions, incorporées dans la graisse pour les pommades, dans l'amidon pour les poudres, — il n'aura plus qu'à faire des mélanges, laisser vieillir ses compositions et les encadrer d'une confection élégante.

Nous ne pouvons indiquer les recettes de tous les produits de Parfumerie. Nous signalerons ceux dont la fabrication présente un intérêt scientifique ou mécanique. A ce point de vue, en première ligne viennent les savons de toilette.

§ 1. — Savons de toilette.

Les savons de toilette doivent être fabriqués à chaud, avec des matières grasses de premier choix, et ne contenir aucun alcali en liberté.

Nous ne parlerons ni de la saponification, ni des différentes compositions de pâte, mais seulement de la transformation du savon brut en pains parfumés, transformation qui exige de longues manipulations et de nombreuses machines.

Avant de montrer la série de perfectionnements apportés à cette fabrication, il convient d'exposer ce qu'elle était il y a quelque quatre-vingts ans. Voici, d'après Decroos[1], comment on procédait :

« Le savon, ayant été parfumé *dans la mise*, on le subdivise en petites briques. Ces briques varient suivant la forme qu'on veut leur donner. Pour les faire sécher (elles contiennent, afin d'être malléables, 30 °/o d'eau), on les dépose sur des étagères dans un magasin convenablement installé, *pendant trois mois*.

« Durant ce laps de temps, on les visite, on les retourne de bas en haut, on les redresse, on les reforme doucement sur un petit bloc par le moyen d'un maillet en bois. Lorsqu'elles sont sèches, on les met dans l'instrument (fig. 1) qui les égalise sur leur longueur et leurs

Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1 et 2. — *Blocs primitifs en bois pour égaliser et frapper les savons.*

côtés, puis dans la forme (fig. 2) qui est de l'épaisseur que l'on veut leur donner. On coupe l'excédent du savon qui dépasse les deux cotés de la forme; ensuite on fait une moulure à l'entour de la petite brique, des deux côtés de son encadrement; on retire le savon, on le polit avec la main en l'humectant d'un peu de salive (*sic*) ou d'eau, que l'on a dans un verre. »

Ces manipulations, un peu primitives, longues de trois mois, donnaient au parfum tout le loisir de s'évaporer. Aujourd'hui une fabrication entièrement mécanique et continue exécute tout le travail en quelques heures. On apprécie le progrès.

[1] *Traité sur les savons solides*, août 1821.

Pour l'atteindre, les recherches ont été de deux sortes :

1° Trouver des machines pour toutes les opérations : broyage, parfumage, pelotage, frappe, marque, etc. ;

2° Sécher le savon avant de commencer à le malaxer, ne le parfumer qu'à l'état sec et au moment de le transformer en pains.

Le premier, en 1855, M. Lesage exposa des machines à malaxer et à mouler le savon. Il présentait :

1° Un *rabot rotatif*, pour diviser les barres en copeaux ;

diamètre, dans l'évasement d'une trémie qui fournissait le savon en copeaux, et à leur partie conique dans l'intérieur d'une boîte alésée en cône semblable ; cette dernière était munie à son extrémité d'une filière débitant le savon en un boudin sans fin, bien lisse à sa surface.

Vers 1860, M. Brunot, son successeur, perfectionna cette machine. Il remplaça le disque rotatif à hélice par une simple spirale cylindrique ou conique, tournant avec précision à l'intérieur d'un cylindre alésé en métal et munie des accessoires mentionnés plus haut et d'une grille placée dans l'embouchure entre la vis d'Archimède et la filière.

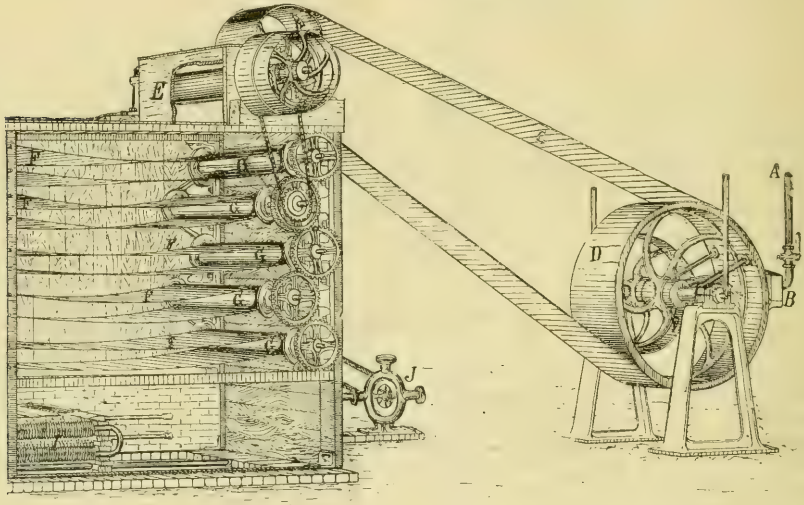


Fig. 3. — *Solidification et séchage automatiques du savon de toilette* (système Beyer frères). — A, arrivée du savon; B, trémie de distribution; C, ruban métallique; D, tambour refroidisseur à circulation d'eau froide; E, broyeuse; F, G, rouleaux et toiles de séchage; I, calorifères.

2° Une *peloteuse boudineuse*. La pâte du savon, *encore molle*, placée dans un cylindre en métal, était poussée au dehors par un piston à travers une ouverture de forme déterminée. Le prisme de savon ainsi produit était coupé en tronçons par le mouvement même de la machine ;

3° Un *mouton pour la frappe*. C'était une transformation des presses à estampiller. Les pelotes de savon faites à la main étaient frappées à l'aide d'un petit mouton, dans un moule en bronze qui leur donnait la forme et leur imprimait la marque chaque fabricant.

L'année suivante, il inventa une autre peloteuse. L'organe principal de cette machine se composait d'un disque à mouvement rotatif, armé d'ailes hélicoïdales de forme conique tournant à leur grand

Mais on ne traitait que des pâtes de savon contenant encore 30 °/₀ d'eau et qu'il fallait sécher en pelotes ; on ne supprimerait rien des lenteurs et des incertitudes que présentait cette fabrication.

Alphonse Piver opéra cette grande transformation en parfumant le savon à l'état sec (et non liquide dans la mise), en faisant sécher auparavant les copeaux dans une étuve, enfin en ajoutant à la peloteuse des filières perfectionnées.

Dès 1862, il disposait les copeaux de savon sur des châssis de toiles métalliques dans une étuve à courant d'air chaud ; quand le savon avait perdu son humidité, il le colorait, le parfumait, le broyait et le passait à la modeleuse. Un nouveau système de filières (plus tard chauffées) permettait d'étirer le savon par bandes minces et partielles, qui se

réunissaient par couches régulières avant leur sortie de la modeleuse pour se former en un seul boudin, facilement divisible en longueurs voulues.

En 1864, il fit breveter le *séchoir automatique continu*, qui avait l'avantage de faire circuler les copeaux très divisés dans un courant d'air sec et chaud. Le savon, laminé à travers une broyeuse surmontant le séchoir, tombait en feuilles minces sur une série de toiles sans fin; de l'air sec chauffé à 80° était attiré et extrait par un ventilateur.

Le matériel complet, permettant la *fabrication instantanée*, matériel perfectionné depuis, notamment par MM. Beyer, était créé.

Une lacune existait : faire précéder le séchage d'une solidification également automatique et continue de la pâte au sortir de la chaudière, en supprimant le coulage en mises.

MM. Petit frères, en 1879, ont proposé pour la savonnerie le procédé qu'ils appliquaient aux acides gras employés pour la fabrication des bougies. Le savon, encore liquide, tombe sur la couronne d'un tambour circulaire, évidé au centre, tournant sur son axe, et traversé par une circulation continue d'eau froide. La couronne forme partie refroidissante, le liquide se fige; un petit racloir le fait descendre sous forme de copeaux.

Cette idée a été reprise en 1890 par MM. Decressonnières : le mélange homogène de la chaudière se déverse dans un laminoir composé d'une série de cylindres creux et ouverts aux deux extrémités entre lesquels le savon se durcit progressivement sous forme de feuille mince exposée à une ventilation tantôt froide, tantôt chaude. MM. Beyer, en 1893, ont trouvé une nouvelle disposition (fig. 3) dont nous parlerons plus loin.

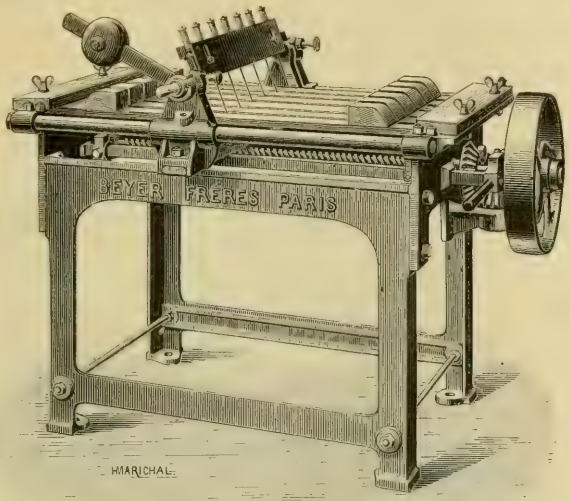


Fig. 4. — *Découpoir à fils multiples, de MM. Beyer frères.* — La table de savon à couper, posée sur la plate-forme de la machine, reste en place, tandis que le cadre portant les fils est mis en marche par l'intervention d'un levier d'embrayage. Le bloc est tranché en briques par les fils, qui, arrivés à leur fin de course, s'arrêtent, grâce à un mécanisme spécial. Le mouvement de retour des fils est utilisé pour la coupe comme le mouvement d'aller. Il suffit de renverser, au moyen du levier à contrepoids, l'inclinaison du cadre.

De son côté, la *peloteuse* avait été l'objet de nombreuses recherches. On avait essayé la presse hydraulique [1] opérant de bas en haut, reliée à un cylindre dans lequel se mouvait un piston. Ce cylindre offrait la particularité d'être fermé par un couvercle fileté, calqué sur l'obturateur de la culasse du canon Frébault. On avait tenté plusieurs dispositions à piston horizontal [2]. Enfin on était revenu à la boudineuse Brunot, à laquelle MM. Beyer ont assuré dès 1875 un fonctionnement parfait.

La *broyeuse* n'a pas subi grande transformation, sauf la disposition ingénieuse que lui ont donnée MM. Lucien Piver et Beyer, en 1869, pour lui permettre de se recharger automatiquement.

Par conséquent, depuis la chaudière jusqu'à la sortie du séchoir, la fabrication est automatique : on voit qu'il suffit, pour qu'elle continue de l'être jusqu'au bout, de faire passer successivement les copeaux dans une broyeuse, un hachoir où se trouve le parfum, une peloteuse-peseuse, une machine à frapper qui lui donne la forme.

Voici rapidement les différentes opérations que subit le savon, avec l'indication des outils les plus modernes.

Le savon, sortant de la chaudière, est amené (en A, fig. 3) liquide dans une trémie B qui le répartit sur un ruban métallique sans fin C; le ruban se déroule, comme une courroie, sur deux poulies, la première D, de grande dimension, continuellement refroidie par un courant d'eau; la seconde placée en haut du séchoir. Par l'effet du tambour refroidisseur, la nappe savonneuse se solidifie; elle est remontée par le ruban métallique, en est

[1] Alphonse Piver, 1869.
[2] Beyer, 1865-1873.

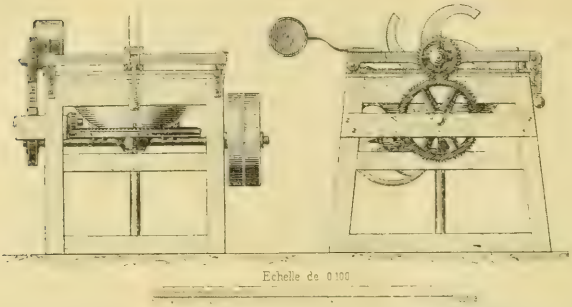


Fig. 5. — *Hachoir tournant.* — Les copeaux de savon sont placés dans une bassine tournant horizontalement; ils sont réduits en grumeaux par le hachoir, animé d'un mouvement de rotation vertical.

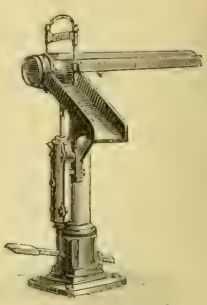


Fig. 7. — *Découpoir à pédale.* — Une guillotine, en s'abaissant, coupe le morceau de savon.

[illegible] *use et boudineuse combinées* (système Beyer frères). — La pâte de savon est étirée entre les quatre [illegible] res, et amenée par eux de bas en haut jusque dans la partie supérieure de la trémie; puis, lorsqu'elle est suffisamment broyée, elle tombe dans la boudineuse et en sort en boudin.

détachée par une raclette, tombe dans la broyeuse E, de là dans le séchoir à toiles FG.

Dans les usines où le transport de la chaudière dans le séchoir n'est pas automatique, les tables de savon sont découpées en briques cubiques de 4 à 5 centimètres d'épaisseur par une découpeuse mécanique (fig. 4). Les briques sont transformées par le rabot rotatif en copeaux très minces, qu'on fait circuler dans le séchoir.

Les copeaux étant secs, on les fait passer dans un hachoir tournant (fig. 5) qui les réduit en grumeaux. On verse alors le parfum très lentement, et on ajoute la couleur, s'il en est besoin. Au bout de quelques instants, couleur et parfum sont répartis uniformément dans la masse; on porte le tout dans la trémie à double compartiment de la broyeuse (fig. 6).

La pâte de savon est étirée entre quatre cylindres de diamètre progressif; elle est amenée de bas en haut par leur mouvement de rotation à vitesse différentielle et rejetée du quatrième cylindre par une raclette dans la partie supérieure de la trémie. Elle reprend ainsi le chemin parcouru jusqu'à broyage complet. Alors, on suspend l'action de cette raclette, on fait agir la raclette placée du côté opposé; la pâte tombe dans la *peloteuse-boudineuse*.

Cette machine a pour fonction d'amalgamer de nouveau le savon et de le transformer en boudin compact, poli et homogène. L'organe principal est une vis d'Archimède, à pas progressif, exactement ajustée dans une enveloppe qui affecte la forme d'un paraboloïde de révolution. Les filets sont inclinés de telle façon que leur génératrice tombe normalement sur le point de la surface qui leur correspond sur le paraboloïde. La compression est opérée entre les filets de cette vis, qui présentent des sections progressivement réduites vers l'embouchure. Une chambre annulaire à circulation d'eau froide empêche les parois du cylindre de s'échauffer par la compression; l'extrémité, au contraire, est chauffée à l'eau tiède pour lustrer le savon. La filière de sortie varie de forme et de dimension suivant la forme et le poids que doit avoir le pain.

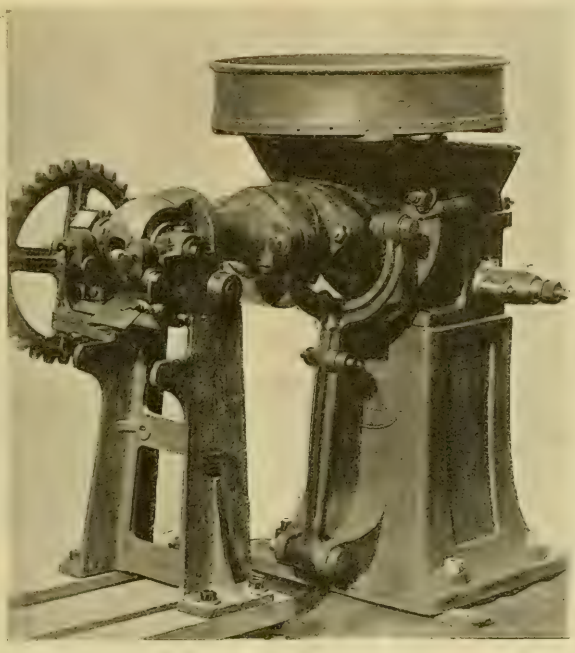


Fig. 8. — *Peloteuse-peseuse universelle de MM. Beyer frères.* — Cet appareil moule et divise suivant la longueur donnée les boudins de savon sortant de la boudineuse. Il se compose d'un disque, animé d'un mouvement rotatif intermittent et percé d'un trou dans lequel se meut librement un piston, dont la course est limitée par une broche fixe. Le savon, sortant de la boudineuse, arrive derrière le piston, le pousse, se comprime, prend la forme de la cavité dans laquelle il est introduit. Le disque opère une demi-rotation. Le boudin est tranché. Il est expulsé par le piston que pousse la matière savonneuse fournissant le second pain.

Le boudin est divisé au moyen du découpoir à pédale (fig. 7) ou dans la peloteuse-peseuse (fig. 8). Le bondon est relevé automatiquement, il ne reste plus qu'à le frapper et l'estamper dans un moule au moyen d'une presse (fig. 9).

Le moule consiste en deux coquilles : l'une fixée aux toiles, l'autre au levier de la presse (fig. 10).

§ 2. — Produits divers.

Les autres produits exigent des outils beaucoup moins importants :

Les poudres sont d'abord mélangées, puis tamisées très finement au moyen d'une tamiseuse mécanique.

Les tamis sont soumis à des secousses saccadées de va-et-vient et à une rotation dans leurs tambours placés obliquement, — double mouvement, qui imite le tamisage à la main. Le résultat est obtenu à l'aide de bielles commandées par l'arbre à manivelle. Les poudres sont ensachées mécaniquement (fig. 11).

Les pommades sont fondues dans des bassines

chauffées à la vapeur, puis coulées dans les pots, sur les tables maintenues à une douce température.

Les pâtes sont saturées dans des mélangeurs-malaxeurs.

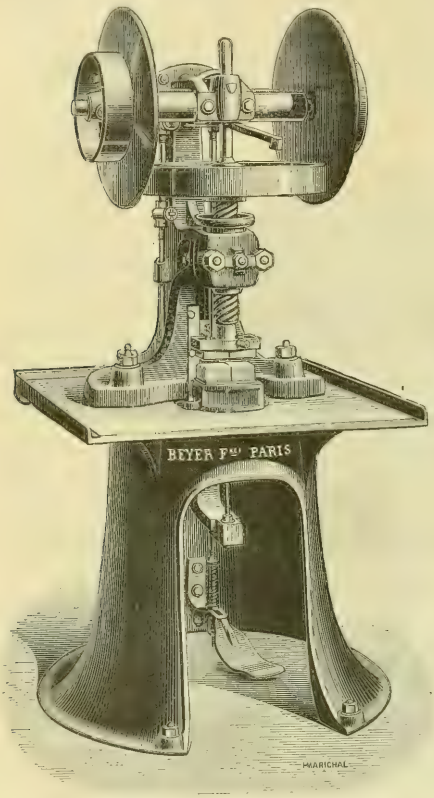


Fig. 9. — *Presse à vapeur.* — La presse, mue par la vapeur, se compose d'une vis verticale, surmontée d'un volant qui est mis en rotation alternativement par deux plateaux à friction pour opérer la montée et la descente. Une pédale amène le contact du plateau qui détermine le coup de presse; un débrayage automatique fait remonter la vis et chasse du moule le pain frappé.

Les cosmétiques sont coulés dans des moules

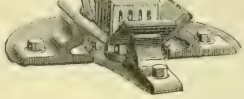


Fig. 10. — *Moule à frapper le savon.*

spéciaux au milieu d'un laboratoire refroidi artificiellement pendant les grandes chaleurs.

Les crèmes sont émulsionnées dans une baratte.

Quant aux liquides alcooliques (extraits, eaux de toilette, eaux de Cologne, lotions, etc.), ils macèrent dans des fontaines où ils sont fréquemment agités (fig. 12).

Les opérations qu'ils subissent, et c'est là le seul côté intéressant, se font, pour éviter toute évaporation, *mécaniquement*. Une tuyauterie qui, on le comprend, devient considérable dans une grande usine, les amène, chassés par une pompe à air, dans le filtre, pour les conduire ensuite dans le récipient, où ils attendent d'être mis en bouteille. De cette fontaine jusque dans le flacon même, le transvasement s'opère à l'abri de l'air par conduites fermées.

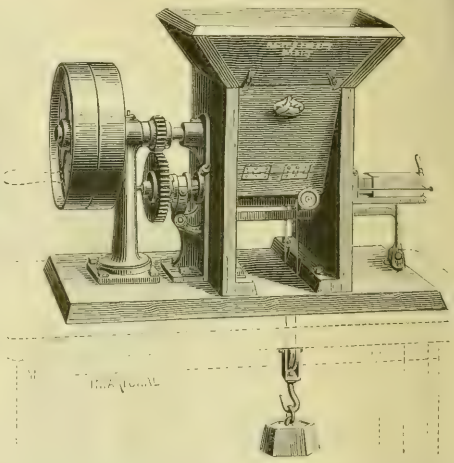


Fig. 11. — *Machine à ensacher les poudres* (système Beyer frères). — Une vis d'Archimède, située au fond de la trémie, entraîne la poudre dans un conduit, se terminant en dehors du bâti par une embouchure carrée. Celle-ci reçoit le sac à remplir recouvert d'un étui de bois. Au-dessous roule un chariot qui les supporte. La compression est produite par un couvercle à charnière, qui est appuyé contre le fond de l'étui par la résistance d'un contrepoids suspendu sous la table. Cette compression fait avancer le sac jusqu'à ce qu'il contienne la charge voulue. Une butée au chariot fait alors fonctionner un déclic automatique qui immobilise la vis chargeur.

Nous signalerons enfin toute une série de petits outils, appareils à filtrer, décanter, à jauger automatiquement; machines à nettoyer, remplir, boucher, capsuler, envelopper les flacons, etc., qui viennent encore grossir le nombre et l'importance de l'outillage d'une usine de parfumerie.

II. — Statistique de l'industrie des parfums.

La production de la parfumerie française peut être évaluée entre 70 et 75 millions, dont près des deux tiers est exportée [1].

[1] Si l'on évalue le kilo au prix donné par les tableaux des douanes (moyenne 4 fr. 50), l'on obtient une somme infé-

Le nombre des fabricants dépasse 300. Dans ce chiffre nous ne comprenons ni les artisans qui fabriquent *en chambre* une spécialité unique, ni les revendeurs au détail, qui offrent, avec une étiquette portant leur nom, des produits manipulés par eux-mêmes dans leur sous-sol, ou faits par une grande usine à leur intention. Rien qu'à Paris, ces minuscules industriels se comptent par 2.000.

La Parfumerie occupe plus de 6.000 ouvriers; de plus, par les industries auxquelles elle demande un concours important (verrerie, impression, cartonnage, alcool, amidon, talc, corps gras, etc.), elle assure l'existence de plus de 20.000 personnes.

Fig. 12. — *Vue d'un groupe de fontaines à macération pour les liquides alcooliques.* — La complication de tuyauterie est due à la nécessité de faire toutes les opérations de transvasement en conduits fermés. Une pompe à air chasse les liquides de la fontaine dans le filtre, les ramène dans une fontaine voisine, et de là dans l'atelier de remplissage.

§ 1. — Commerce des matières premières naturelles.

Le commerce des matières premières porte sur la fabrication de corps parfumés à l'aide de fleurs, et la distillation des essences indigènes, et aussi sur l'importation des essences exotiques.

1° *Commerce des essences indigènes.* — Pour la première, Grasse, Cannes, Nice, par leur climat, leur culture de fleurs, forment un centre de production *unique* dans le monde, et qui a donné jusqu'ici à la Parfumerie française la suprématie.

Dans le département des Alpes-Maritimes, on compte environ 40 fabricants, faisant un chiffre d'affaires de 12 millions, dont 7 à 8 d'exportation. On y occupe 400 ouvriers, 1.000 ouvrières; il n'y a pas de chômage à proprement parler; mais, du 15 avril au 31 mai, au moment du grand travail, on prend en supplément un certain nombre d'aides, qui viennent en partie de l'Italie, et qu'on peut estimer à 30 °/₀.

Les salaires moyens sont, pour les hommes, de 2 fr. 50, pour les femmes, de 1 fr. 25.

rieure au chiffre que nous énonçons ici d'après les déclarations faites, à plusieurs reprises, par la Chambre syndicale. Cela tient à ce que :

1° Les statistiques des douanes sont incomplètes. Beaucoup de produits de parfumerie sortent de France sous d'autres noms : articles de Paris, etc.;

2° Le taux est trop faible. Depuis plusieurs années, comme on le verra plus loin, les articles de prix moyen ne peuvent plus être exportés: seuls les objets de haut prix passent la frontière. Le taux doit être doublé, voire même triplé.

On y traite annuellement pour plus de 5 millions de fleurs (Tableau I).

Tableau I. — Fleurs traitées dans les Alpes-Maritimes.

FLEURS	QUANTITÉS	PRIX MOYEN du kilo
	kilos	fr. c.
Roses	2.000.000	0,65
Fleurs d'oranger	2.500.000	0,70
Jasmins	200.000	2,50
Violettes	150.000	4 »
Tubéreuses	150.000	3 »
Cassies	150.000	4 »

Avec ces fleurs on produit : par l'enfleurage, 400.000 kilos de pommades parfumées ; 100.000 kilos d'huiles parfumées ; par la distillation, d'une part des eaux aromatiques (environ 4 millions de litres d'eau de rose et de fleurs d'oranger) et des essences, 2.000 kilos de néroly, 50 kilos d'essence de rose.

1.000 kilos de fleurs d'oranger donnent 1 kilo de néroly ; 10.000 kilos de roses fournissent 1 kilo d'essence.

La menthe est aussi cultivée dans ces régions et donne environ 4.000 kilos d'essence.

Il se fait dans le département un grand commerce d'essences de Labiées :

Lavande	100.000 kilos
Thym	40.000 —
Romarin	25.000 —
Aspic	25.000 —

Mais ces huiles essentielles sont produites en petite partie à Grasse (seulement 5.000 kilos de lavande, 3.000 de thym). Elles sont distillées dans l'Hérault, le Gard, le Var, la Drôme et les Basses-Alpes. Sur les lieux mêmes de production, les plantes sont traitées soit dans des alambics de campagne qui, pendant les deux mois de saison, se déplacent à travers les villages et les montagnes (certains industriels en ont jusqu'à 30 en fonctionnement), soit dans des alambics énormes susceptibles d'épuiser chacun 2.000 kilos de lavande en 24 heures et établis dans des usines fixes. — 550 kilos de fleurs donnent 1 kil. 500 d'essence.

2° *Commerce des essences exotiques.* — Le nombre des importateurs qui se livrent au négoce des matières aromatiques exotiques, est beaucoup plus restreint ; leur commerce n'en est pas moins important (fig. 13).

Le chiffre des essences importées en France (tableau II, et graphique de la figure 13) est de 14 millions, sans y comprendre les matières premières communes à la Parfumerie et à d'autres industries, tels que baumes, vanilles, girofles, muscades, bois odorants, produits chimiques etc. [1].

On peut dire que, sauf quelques exceptions, chaque produit vient d'un pays spécial où le climat

Tableau II. — Importation des essences exotiques en 1895.

ESSENCES	PAYS DE PROVENANCE	POIDS NET
		kilos
Roses	Turquie	1.024
Bois de rose	Guyane française	287
	Autres pays	234
Géranium rosat	Réunion	8.434
	Autres pays	134
Toutes autres	Russie	7.356
	Angleterre	29.375
	Allemagne	25.225
	Autriche	8.870
	Italie	49.446
	Chine	13.619
	Japon	5.185
	Algérie	37.044
	Autres pays	41.620
Racines d'iris	Italie	354.887
	Angleterre	291
Musc	Chine	734
	Autres pays	64

et la culture lui donnent des qualités particulières. Entre les rares essences qui, portant le même nom,

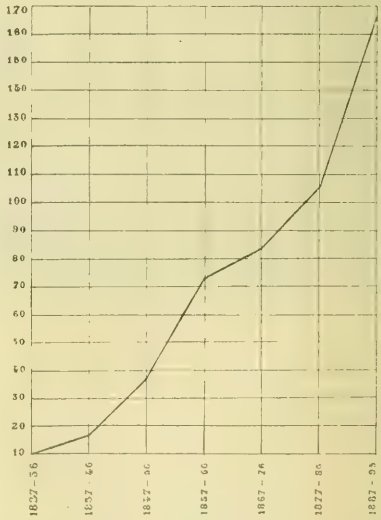


Fig. 13. — *Importation des essences exotiques en France.* — (Une division en hauteur représente 1.000 kilos d'essences).

peuvent venir de pays divers, il existe pour l'acheteur exercé des nuances sensibles de parfum. Les

[1] On ne peut indiquer aussi, pour les mêmes raisons, dans le chiffre d'importation pour la Parfumerie, les corps gras, saindoux, huiles de coco, huiles de palme, etc.

menthes du Japon, d'Amérique, d'Angleterre, les géraniums des Indes, de la Réunion se distinguent nettement et ont des emplois différents.

§ 2. — Production des divers pays.

Depuis quelques années la culture des plantes aromatiques, particulièrement le géranium, a pris en Algérie une grande extension, aux environs d'Alger, à Staouéli, dans la vallée de Mitidja. A Boufarik, on compte plus de 500 hectares de géranium, 170 de cassie; on ne néglige ni la violette, ni l'oranger. La production d'essence de géranium dépasse 6.000 kilos.

L'Italie nous envoie les rhizomes d'iris et les essences de bergamote, de citron, de portugal. Les iris sont cultivés dans les environs de Florence et à Vérone. La France en consomme annuellement près de 350.000 kilos.

Les essences d'Auriantacées se distillent en Calabre, en Sicile; s'exportent (Tableau III) par Messine, Reggio, Catane et Palerme; leur valeur dépasse 8 millions de francs.

Tableau III. — Exportation italienne des essences d'Auriantacées en 1895.

PAYS	QUANTITÉS
	kilos
France	49.446
Allemagne	22.674
Autriche	76.214
Angleterre	188.530
Amérique du Nord	177.706
Autres	39.621
Total	554.191

Pour produire 1 kilo d'essence, il faut environ 200 kilos d'écorces, soit 2.000 fruits. Un ouvrier habile écorche 4.000 citrons par jour : son salaire est de 2 fr. 65.

La rose vient de Bulgarie; elle est cultivée à Kezanlik et dans toute la vallée de la Tourdja. Les grands négociants possèdent d'importantes distilleries, qui peuvent contenir jusqu'à 125 alambics. Ils complètent leur provision en achetant dans chaque village la petite quantité que les propriétaires des champs de roses ne peuvent distiller eux-mêmes. Des contrats les lient avec ceux-ci. Chaque paysan a son compte ouvert chez son acheteur habituel, qui lui fait des avances aux taux de 12 à 24 %. Il en résulte pour le négociant des opérations de banque qui deviennent une source importante de bénéfices, et jouent un rôle dans le prix de l'essence revendue. La production en essence est d'environ 2.500 kilos.

Un hectare peut fournir 3 millions de fleurs (soit environ 3.000 kilos), qui donnent à la distillation 1 kilo d'essence. Le kilo de fleurs (1.000 roses environ) se paie sur place de 0 fr. 15 à 0 fr. 18; la cueillette des fleurs 0 fr. 02 le kilo. L'essence est achetée au paysan suivant le degré de congélation (14, 15, 16° Réaumur) et à raison de 50 à 60 francs le degré par kilo.

La menthe et la lavande sont spécialement cultivées en Angleterre, dans le canton de Surrey, depuis de nombreuses années (1568). On trouve à Mitcham près de 350 hectares de menthe. Durant la saison, des séries d'alambics distillent 15.000 kilos de plantes par jour. On juge de l'importance de ces appareils distillatoires par leurs serpentins, qui ont 35 mètres de longueur et pèsent chacun

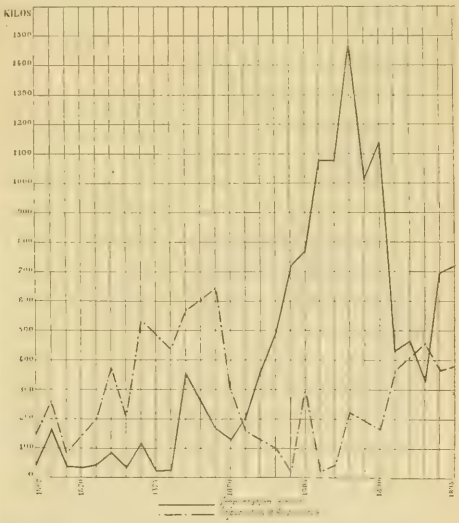


Fig. 14. — *Importation du musc sur le marché de Paris.*

1.200 kilos. Ils plongent dans d'immenses cuves contenant 20.000 litres d'eau.

La lavande et la menthe ont une grande réputation de finesse.

Le centre de la production des parfums en Allemagne est Leipzig. On essaie d'acclimater la rose : on en produit déjà 265.000 kilos. En Thuringe, les régions de l'Erzgebirge se livrent à la culture de la menthe.

En Russie, à Krasnoyé, on traite 60.000 quintaux de semences d'anis. 100 kilos produisent de 2 à 3 kilos d'essence.

L'Amérique fournit 200.000 kilos d'essence de menthe poivrée. On cultive la plante dans les États de Michigan, d'Indiana, de New-York, sur une étendue de 3.000 hectares. On trouve dans ces champs des sillons qui ont 1.600 mètres de long. A Lyons seul, on produit 100.000 livres d'essence de menthe.

La Chine envoie la badiane, la cannelle et le musc. En 1895, Shangaï a expédié directement en France 734 kilos de musc, soit environ 30.000 poches; et comme l'exportation de Chine se répartit ainsi :

37 °/o France,
18 °/o Angleterre,
25 °/o Amérique,
10 °/o Allemagne,
10 °/o autres pays,

cela suppose une chasse annuelle de 75.000 bêtes.

Autrefois le gros marché du musc se tenait à Londres : les importateurs français ont réussi à le transporter à Paris (fig. 14, page 661).

Les Indes nous envoient la citronnelle (environ 400.000 kilos), Manille, l'essence de ylang (1.500 kilos), Cayenne, l'essence de bois de rose, etc., etc.

L'exportation française des essences s'élève à plus de 14 millions (Tableau IV et figure 15).

§ 3. — **Importance des produits artificiels.**

De création récente, l'industrie des produits artificiels est très limitée. Pendant longtemps elle est restée le privilège d'une seule maison en France, de deux ou trois en Allemagne; encore existait-il — et existe-t-il toujours — entre ces usines un syndicat international.

Dans ces conditions, la statistique paraît difficile, indiscrète. La vanilline, l'héliotropine, la coumarine, l'ionone, le musc, le terpinéol, donnent lieu à une production importante; les autres parfums : aubépine, yara-yara, iso-eugénol, géraniol, à une vente beaucoup plus restreinte. Tous ces produits débutent sur le marché à des prix extraordinairement élevés : la vanilline à 8.756 francs, l'héliotropine à 3.790 francs, l'ionone à 12.000 francs, le musc à 25.000 francs. Ce n'est que peu à peu, par le jeu de la concurrence, par la découverte de nouvelles préparations, qu'ils arrivent à décroître de valeur. La vanilline et l'héliotropine fournissent des exemples frappants de ce phénomène (Tableau V).

Tableau IV. — Exportation française en 1895.

PAYS de DESTINATION	ESSENCES DE ROSES et BOIS DE ROSE	ESSENCE DE GÉRANIUM ROSAT	AUTRES ESSENCES
	kilos	kilos	kilos
Angleterre. . . .	102	312	155.416
Allemagne. . . .	»	199	33.526
Belgique.	»	1.107	7.290
Suisse.	»	989	10.762
Italie	571	»	53.387
Etats-Unis. . . .	126	3.332	40.398
Autres pays . . .	171	2.141	18.387

Depuis trois ou quatre ans, un mouvement intéressant se manifeste; plusieurs grandes usines ont été créées. Les études scientifiques sur les parfums, qui avaient presque exclusivement pour berceau l'Allemagne, ont enfin éveillé l'attention des chimistes français. Pourquoi ce mouvement ne s'est-il pas produit plus tôt? Les causes en sont multiples :

D'abord la plupart des parfums synthétiques, sauf quelques-uns qui viennent de tomber depuis dans le domaine public, sont brevetés et savamment brevetés. Ces travaux exigent des connaissances très élevées; ils sont longs, difficiles, incertains, onéreux. Puis, toute une série de motifs qu'on

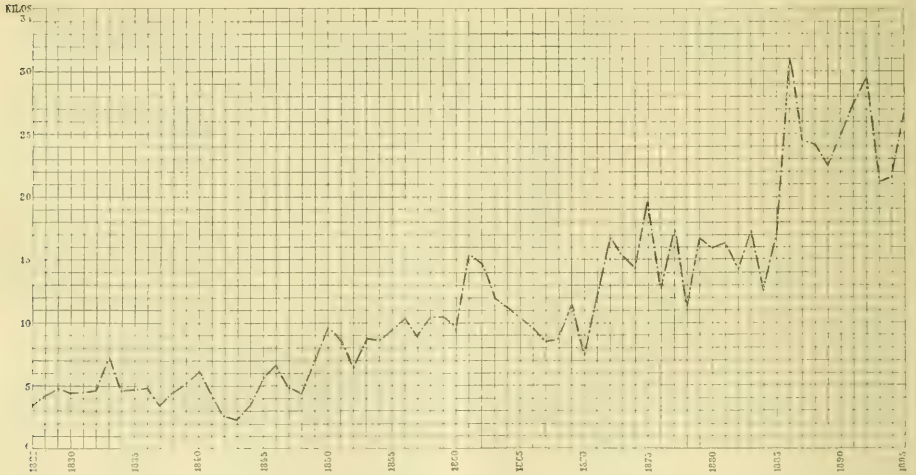


Fig. 15. — *Exportation française des essences de* 1827 *à* 1895. — (Une division en hauteur représente 10.000 kilos d'essences.

connaît : l'organisation du travail chimique en France; le petit nombre de laboratoires, leur médiocre installation; la centralisation des savants; leur rétribution par l'État, et non comme en Allemagne, par la Ville, qui attire des habitants en créant des centres d'étude; la législation des brevets, qui garantit le produit, alors qu'ailleurs elle ne protège que le procédé; enfin une quasi-répugnance des maîtres de la science à s'occuper de questions commerciales.

Il faut s'attendre, dans un délai très court, à voir apparaître toute une série de substances nouvelles et probablement aussi à voir les corps déjà connus subir, par la concurrence, une baisse de prix considérable. La vanilline est tombée brusquement de 700 à 136 francs; pareil sort semble réservé aux produits analogues. Il en résultera une transformation complète de cette industrie, qui, au lieu de rester un petit commerce à grands bénéfices, deviendra un grand commerce à petits bénéfices.

Tableau V. — Variation du prix (en francs) du kilo de vanilline et d'héliotropine.

	1876	1877	1878	1879	1881	1882	1884	1885	1886	1888	1890	1892	1893	1895	1897
Vanilline . . .	8.750	5.000	3.000	2.600	2.000	2.000	1.125	1.125	875	875	875	875	875	700	135
Héliotropine. .	»	»	»	3.790	2.500	1.750	1.250	750	562	450	375	250	150	75	45

Fig. 16. — *Exportation française de la Parfumerie de* 1827 à 1895. — (Une division en hauteur représente 100.000 kilos de parfumerie.)

§ 4. — Commerce de la Parfumerie confectionnée.

L'industrie de la parfumerie proprement dite jouit en France d'une supériorité universellement reconnue. La finesse, la perfection de ses produits, le goût avec lequel elle les présente, lui ont valu à toute époque des succès universels. On peut dire que l'art si délicat du parfumeur a été de tout temps un art éminemment français.

Si dans certains pays la parfumerie a depuis quelques années beaucoup progressé, si d'importantes usines se sont créées, les articles fabriqués sont, en général, des articles ordinaires, et s'adressent à une consommation indigène. A peine pourrait-on citer en Angleterre, en Belgique, aux États-Unis, quelques maisons dont les articles franchissent la frontière. Les marques françaises sont, au contraire, connues dans le monde entier. Le produit supérieur, qui prévaut sur le marché, vient toujours de France.

S'il était besoin d'une démonstration de cette primauté, il suffirait de rappeler que *l'importation en France est à peu près vingt-deux fois moins forte que l'exportation* (fig. 16 et tableaux VI et VII, page 664). Le tableau VIII (page 665) donne l'exportation de quelques pays étrangers.

L'enquête de 1848 révélait 26 fabricants faisant chacun plus de 100.000 francs d'affaires.

De nos jours, on en compte au moins 30 dont le chiffre dépasse 500.000 francs.

On sait avec quelle recherche les produits de

Tableau VI. — Importation des parfums en France en 1895

PAYS de provenance	SAVONS	PARFUMERIES alcooliques	PARFUMERIES non alcooliques
	kilos	litres	kilos
Angleterre	28.988	3.451	12.705
Allemagne	13.222	3.693	1.382
Belgique	39.480	692	»
Suisse	3.052	1.987	1.369
Etats-Unis	4.067	»	»
Autres pays	1.855	1.155	15.687
Totaux	90.664	10.978	32.143

parfumerie sont présentés au public. Ces accessoires jouent un grand rôle ; ils entrent, en moyenne, pour 40 % dans le prix des articles:

Faïence et porcelaine	5 %
Papier, impressions, cartonnage, boîtes de bois	30
Faveurs, soies, cires, peaux, parchemins, bauruches, cotons, fils, ficelles, etc.	30
Verrerie	35

La consommation d'alcool doit dépasser 25.000 hectolitres d'alcool pur: les droits versés à la Régie s'élèvent à 2 millions.

Le personnel employé dans les usines se compose en grande partie de femmes. Les hommes sont payés à la journée. Salaire moyen 4 fr. 50. Les femmes travaillent soit à la journée, le salaire est alors de 2 fr. 75, soit aux pièces; la confection d'une douzaine de flacons (c'est-à-dire lavage de la bouteille, emplissage, coiffure, collage des étiquettes, emballage complet) se paie environ 50 centimes; la confection d'une douzaine de savons 18 centimes. Une ouvrière habile, en travaillant 10 heures, arrive facilement à gagner 4 francs.

III. — Conditions économiques de l'industrie des Parfums.

Malgré sa supériorité, et peut-être même à cause de cette supériorité, la Parfumerie française subit, depuis deux ou trois ans, une crise qui tend à devenir très aiguë. Elle est frappée, à l'entrée de tous les pays, de droits de douane considérables, que vient augmenter encore le change, surtout dans l'Amérique du Sud. Par suite, la vente tend non seulement à se restreindre, mais à se transformer d'une façon préjudiciable aux intérêts français (fig. 17).

Le tableau IX (page 666) montre que, par la taxe seule de douane, certains produits subissent une

Tableau VII. — Exportation française en 1895.

PAYS de destination	SAVONS	PARFUMERIES alcooliques	PARFUMERIES non alcooliques
	kilos	litres	kilos
Angleterre	37.302	177.224	295.966
Allemagne	8.921	72.757	87.510
Belgique	257.475	78.916	156.284
Suisse	6.593	12.397	32.541
Portugal	21.577	3.337	1.640
Espagne	22.854	16.154	18.052
Turquie	12.225	29.365	9.027
Russie (Mer Baltique)	2.028	8.797	9.448
Russie (Mer Noire)	2.007	5.784	2.960
Suède	133	1.610	2.155
Norvège	2.299	678	461
Danemark	164	4.314	6.345
Pays-Bas	7.418	13.305	6.826
Autriche	56	10.944	10.893
Italie	1.338	13.233	54.639
Grèce	906	2.338	1.097
Roumanie	148	3.566	1.875
Algérie	74.665	31.418	26.762
Tunisie	2.900	8.914	5.670
Possessions anglaises dans la Méditerranée	1.617	1.264	343
Egypte	7.662	16.639	1.391
Tripoli		113	58
Maroc	856	377	»
Côte occid. d'Afrique	193	16	»
Possessions anglaises d'Afrique (Orient	3.140	6.744	551
Sénégal	1.120	4.936	4.202
Etab. français de la côte occidentale d'Afrique	862	4.446	726
Nossi-Bé	4.665	361	»
Madagascar	8.739	4.213	1.608
Réunion	745	1.918	488
Autres pays d'Afrique	304	495	12
Chine	509	3.533	164
Japon	1.085	4.531	209
Indes françaises	202	186	16
Indo-Chine	7.702	9.828	1.618
Indes anglaises	3.356	6.997	408
Indes hollandaises	953	2.530	85
Philippines	267	837	»
Autres pays d'Asie	»	156	»
Mexique	6.547	14.974	9.044
Guatemala		205	142
Vénézuela	6.374	5.790	4.692
Uruguay	3.875	12.235	6.686
Pérou	1.843	581	1.665
Possessions anglaises d'Amérique	41	19	145
Possessions espagnoles d'Amérique	1.855	4.721	4.299
Saint-Thomas	7.468	18.909	37.472
Possessions hollandaises d'Amérique	295	61	192
Haïti	13.904	6.628	3.737
Guyane française	728	3.231	1.534
Martinique	1.320	2.175	1.754
Guadeloupe	743	3.565	4.424
Etats-Unis	38.538	126.690	76.408
Canada	»	363	»
Colombie	34.875	30.870	14.942
Brésil	52.810	101.831	59.035
République Argentine	22.414	68.838	18.927
Equateur	52.328	»	»
Chili	27.170	13.418	18.857
Australie	146	4.761	111
Nouvelle-Calédonie	692	1.247	1.618
Etats français en Océanie	232	69	2
Zone franche	214	858	3.424
Provenances de bord, navires français	380	2.676	56
Provenances de bord, navires étrangers	»	236	»
Totaux	759.698	990.110	1.070.367

augmentation qui va jusqu'à 200 % de leur valeur.

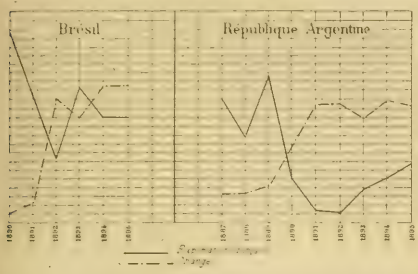


Fig. 17. — *Influence du change sur l'exportation de la parfumerie française au Brésil et dans la République Argentine.*

En tenant compte du change, une douzaine d'extraits, vendue 24 francs à Paris, coûte à l'acheteur

Au Brésil	à 108 fr.
Au Mexique	68
République Argentine	110
Japon	46
Russie	58

Une douzaine de savons, vendue 15 francs, se paierait :

Au Brésil	93 fr.
République Argentine	69
Mexique	50
Japon	29
Russie	28

Une douzaine de lotions, vendue 18 francs, se paierait :

Au Brésil	158 fr.
Mexique	93
République Argentine	95
Japon	36
Russie	57

Tableau VIII. — Exportation faite par les autres pays (1893).

ALLEMAGNE		
Savons en tablettes	1.612.300 kilos	2.418.000 marks
Graisses et huiles aromatisées	11.900	131.000
Eaux aromatisées non alcoolisées	25.700	26.000
— — autres	1.125.600	5.628.000
Brillantine, cold-cream, essences pour les cheveux, pastilles aromatiques, papier parfumé, etc.	288.400	1.154.000
Savon et parfumerie non spécialement dénommés	800	10.000
Totaux	3.064.700	9.367.000
BELGIQUE		
Parfumerie en général	,	47.216 francs
Savons	122.206 kilos	127.726
Totaux	122.206	174.952
HOLLANDE		
Eaux aromatiques	37.713 litres	37.713 florins
Savons	75.051 kilos	44.511
Parfums de toutes sortes	2.435	4.501
Totaux	115.199	86.825
AUTRICHE		
Eaux de lavande, de rose et autres eaux odorantes	420 kilos	168 florins
Vinaigres, graisses, huiles parfumés	370	1.850
Essences aromatiques alcoolisées	5.800	8.700
Fards, cosmétiques, articles de parfumerie	55.700	139.250
Savons communs	426.200	110.812
— fins de toilette	501.400	275.710
Totaux	989.890	536.500
ÉTATS-UNIS		
Parfumerie de toute sorte et cosmétiques	»	345.041 dollars
Savons de toilette	»	103.649
Totaux		148.690
ANGLETERRE		
Parfumerie de toute sorte	»	87.846 liv. st.
Savons de toutes sortes	»	644.259
Totaux	»	732.105

un nombre de milréis, piastres ou roubles, qui, au cours du pair, correspondrait :

[1] Le cours du change est pris au 12 février 1897. On s'est placé dans les conditions normales les plus strictes; sans admettre les moyens ingénieux de tourner les droits (en

Par conséquent, l'exportation des articles de luxe se trouve restreinte, celle de la parfumerie courante est arrêtée (fig. 17).

Pour alimenter cette consommation courante indigène, il s'est créé dans chaque pays des usines de parfumerie et surtout des savonneries.

Ce sont, pour la plupart, maisons récentes, fondées en concurrence des fabricants français et qui se développent avec grande facilité, non seulement parce qu'elles sont sous l'égide de droits protecteurs, mais encore parce qu'elles se trouvent à peu près dans la même situation qu'une parfumerie française, au point de vue des essences, des principales matières premières, des accessoires ordinaires de confection et de l'alcool [1].

Elles sont tributaires de la France pour les produits enfleurés des Alpes-Maritimes.

Seulement il leur est loisible d'acheter à Grasse des parfums concrets, avec lesquels elles auront des réductions sensibles de transport et de douane; 2 kilos de parfum fournissent 100 litres d'un extrait très concentré.

Comment, en dehors de la qualité de leurs parfums et de la célébrité qui les accompagne, nos parfumeurs pourront-ils soutenir la concurrence?

Une transformation de la vente paraît probable:

1° Les produits de marque et de prix élevé seront envoyés de France cachetés, seront vendus, munis de toutes les garanties possibles (timbre d'origine, plomb de la douane, etc.). Ils atteindront un prix de vente très haut, la consommation en sera donc restreinte, comme l'est toute consommation de luxe;

2° Pour les autres articles, où il faut rechercher un gros débit, on renoncera à les estampiller d'un nom, on expédiera le produit brut sous la forme la plus réduite possible; le parfumeur étranger le diluera, le confectionnera. Une sorte de commerce de demi-gros franco-étranger se créera.

Tableau IX. — Effet des droits de douane (Pourcentage *ad valorem*).

PRODUITS	PRIX MOYEN de la douzaine	AUTRICHE	ESPAGNE	GRÈCE	ITALIE	PORTUGAL	ROUMANIE	SUÈDE et NORVÈGE	BELGIQUE
Savons	12 fr.	30 %	33 %	33 %	6 %	20 %	30 %	6 %	12 %
—	6	45	50	50	10	30	45	10	12
Extraits	15	25	27	30	32	80	13	20	15
—	36	10	14	14	15	38	7	10	15
Eaux de Cologne	12	60	67	66	75	185	33	65	24
Eaux de toilette	15	55	58	60	66	166	30	50	28
Poudres de riz	12	30	33	33	15	98	15	20	15
—	5	50	72	70	35	200	32	50	15
Huiles	12	45	50	50	27	110	25	34	15
—	6	60	87	85	44	150	40	60	15
Eaux dentifrices	12	45	50	50	55	140	25	34	10
Pommades et cosmétiques	12	35	37	40	18	106	20	10	15

		RUSSIE	ALLEMAGNE	ÉTATS-UNIS	PÉROU	ÉQUATEUR	COLOMBIE	BRÉSIL	MEXIQUE
Savons	12 fr.	30 %	6 %	19 %	20 %	66 %	25 %	100 %	85 %
—	6	50	9	32	30	115	33	150	60
Extraits	15	90	50	63	15	60	15	80	66
—	36	30	25	34	8	30	8	42	33
Eaux de Cologne	12	100	125	115	40	150	45	210	166
Eaux de toilette	15	80	110	105	35	130	40	185	180
Poudres de riz	12	80	20	50	20	66	25	100	85
—	5	130	37	50	40	160	40	225	75
Huiles	12	50	30	90	30	112	30	150	125
—	6	50	50	93	50	190	55	275	215
Eaux dentifrices	12	100	100	85	30	112	30	150	125
Pommades et cosmétiques	12	130	20	50	22	72	23	115	91

expédiant par exemple le liquide en estagnon, d'un côté, la verrerie et les accessoires de l'autre, on vise deux taxes dont la somme est inférieure à la taxe de parfumerie). On a supposé le produit partant de Paris tel qu'il est présenté à l'acheteur, traversant les douanes complet et sincère.

[1] Pour l'alcool, il y a dans chaque pays des droits de régie : mais ils sont compensés par les droits de douane frappant les produits alcooliques importés.

Droits de régie par hectolitre d'alcool pur.

	fr. c.
France	156,25
Allemagne	80,00
Angleterre	501,33
Autriche	87,50 112,50
Belgique	130,00
Italie	180,00
Russie	325,20
Suisse	143,80
Etats-Unis	245,36

Sinon, il faudra fonder dans chaque pays un dépôt ou une usine.

Pour une usine, les frais d'installation sont considérables. Et puis une difficulté spéciale se présente. Toute maison importante de parfumerie possède un nombre considérable d'articles (plus de 500) de vente usuelle; ils sont de compositions différentes, contenus dans des récipients divers, revêtus d'étiquettes variées. Cette confection, ainsi étendue, serait trop onéreuse. On serait forcé de se borner à un petit nombre de produits. La fabrication n'aurait plus le charme, l'élégance, la variété qui font son succès.

Un dépôt sera un simple atelier de confection où parviendront par des envois différents les flacons en caisses, les liquides en estagnons, etc.

Encore ne sera-t-il possible que si la somme des droits de douane payés par chacun de ces éléments est inférieure à la taxe qui frappe l'ensemble, et si cette différence est sensible.

Pour les matières premières, les huiles et pommades sont d'une expédition difficile, et nécessitent une manipulation pour être transformés en alcoolats; elles paraissent devoir être remplacées par les essences concrètes.

Ainsi donc, l'avenir (nous serions tenté d'écrire le salut) de la Parfumerie repose sur deux choses :

Pour le fabricant d'articles confectionnés, sur son habileté, sur sa réputation. Jusqu'à quand la question de goût l'emportera-t-elle sur la question d'argent? Le philosophe seul peut le dire.

Pour le fabricant de produits enfleurés, sur la situation privilégiée de Grasse, et sur ses fleurs. Que durera cette suprématie ? c'est à la Chimie de parler.

Par là, s'élève en effet, pour l'avenir, un nuage bien noir, et il est pénible de constater qu'il nous vient de la science.

IV. — Rôle de la science dans l'industrie des parfums.

Avant de montrer comment la science pourra amoindrir l'industrie *française* de la Parfumerie, il serait injuste de ne pas mentionner les services qu'elle lui a rendus.

On se rappelle quelle perfection elle a apportée à l'outillage; quels moyens ingénieux elle a accumulés pour l'extraction des parfums; quelle production régulière elle a permise par l'étude des corps gras, des savons, la suppression des substances nocives (sels de plomb, d'argent, d'arsenic), l'utilisation de matières nouvelles (paraffine, vaseline, cérésine, couleurs d'aniline). Elle a donné des notions exactes sur les matières premières dont l'origine était restée pendant longtemps assez peu précise; on considérait encore au XVIIIe siècle le musc comme le sang coagulé de l'animal qui porte ce nom. Enfin, elle a étudié certains caractères des essences usuelles, densité, solubilité, indices de réfraction, et établi quelques moyens faciles de distinguer les fraudes qu'elles subissent par les huiles grasses, l'alcool, le chloroforme, etc. Il faut reconnaître que les fabricants ont sollicité ces études scientifiques, les ont suivies attentivement et qu'ils ont profité des résultats avec une ardeur docile.

Depuis, la Chimie les a quelque peu déroutés en entreprenant une série de travaux, dont les uns leur apparaissaient d'une utilité secondaire, les autres, fort intéressants, mais très dangereux.

Dans un but scientifique et avec l'arrière-pensée de les reproduire par synthèse, les chimistes ont analysé un certain nombre d'essences, ou plutôt, comme une essence est un mélange complexe et non un composé défini unique, ils ont simplement déterminé à quel principe chimique l'essence paraissait devoir son odeur.

Ils ont cru pouvoir par exemple établir que, plus la bergamotte est mûre, plus son essence contient d'acétate de linalyle: que l'essence par expression en renferme 40 %, alors que l'essence par distillation n'en contient que 5 % (la vapeur d'eau amenant une saponification). — Dans la lavande, on trouve de 30 à 40 % de ce même éther.

De ces observations, qui pouvaient plutôt fournir une leçon pour la fabrication, ils en ont déduit une base de transaction commerciale.

Une bergamotte, une lavande, n'était un produit sincère et marchand que si elle contenait de 35 % à 40 % d'acétate de linalyle. Cependant, la lavande anglaise, qui a une réputation incontestée de suavité, n'en révèle à l'analyse que 5 %. — Est-elle de composition chimique différente? Cet écart tient-il à la manière de distiller, à la plante, au climat?

Voyant que leur conclusion les avait menés trop loin, ils ne proposent maintenant ce critérium que comme preuve secondaire corroborant l'essai olfactif.

Il y a là un principe faux et dangereux.

La qualité du parfum repose uniquement sur la finesse et la force de l'odeur qu'il dégage, sur l'impression qu'il produit. Celle-ci est du domaine des sciences physiques. La composition chimique varie avec le climat, l'année, les intempéries de la saison, l'âge de la plante, sa culture, et les opérations auxquelles on l'a soumise. De plus, les qualités odorantes d'une substance ne sont pas toujours, comme les chimistes seraient tentés de le croire, fonction de sa pureté. On peut produire un parfum artificiel chimiquement pur et qui n'ait

aucun pouvoir odorant, ou qui conserve, des réactions dont il est né, une odeur connexe insupportable.

L'analyse chimique ne montrera ni la suavité de l'essence, ni sa force ; peut-être pourrait-elle donner quelques indications de fraude dans certains cas, comme celui de l'extraction du menthol de l'essence de menthe. Ces défauts se manifesteront, d'ailleurs, d'eux-mêmes bien facilement.

Pareillement, les conditions de densité, d'indice de réfraction, de pouvoir rotatoire, de température de cristallisation, prises avec trop de rigueur, risqueront de conduire sur une fausse route.

A Kézanlick, on achète l'essence de rose suivant le degré de congélation. Ce critérium qui, selon certains négociants du pays, serait le résultat d'observations très sérieuses, paraît des plus discutables. La température de congélation varie suivant la saison, suivant les villages et surtout suivant le mode de distillation. Le procédé bulgare consiste à négliger la production d'eau de roses et à cohober jusqu'à ce qu'on ait retiré de l'eau toute l'huile essentielle. Cette huile ainsi obtenue cristallise aux environs de 15° Réaumur. Mais si, comme en France, l'essence était recueillie dans un vase florentin, après une seule distillation, son point de congélation serait beaucoup plus élevé. En Bulgarie, l'essence est plus liquide parce qu'elle est complète ; le parfum dissous dans l'eau de distillation a été repris.

Tous ces caractères scientifiques, de valeur relative, offriraient un véritable danger s'ils étaient pris à la lettre.

Le commerce ne fournirait plus que des produits de composition chimique constante : il en résulterait une fraude pour ainsi dire *théorique*. On ajouterait de l'acétate de linalyle ou du succinate d'éthyle à la bergamotte jusqu'à ce qu'elle renferme 40 °/₀ d'éther ; du géranium, du blanc de baleine à la rose pour obtenir sa cristallisation à 15°, etc. Les produits purs seraient *corrigés*.

Dans cet état de choses, en voudra-t-on au parfumeur d'avoir conservé pour ses expertises son procédé primitif — mais très ingénieux — qui consiste à tremper un bout de papier dans l'essence, à en étudier l'évaporation ? La distillation fractionnée qui se produit dévoile rapidement les qualités de finesse, de fixité et de pureté. Lui en voudra-t-on d'avoir considéré le chimiste comme un aide superflu ?

Les analyses ont produit comme résultats les synthèses remarquables que l'on connaît. Le parfumeur a eu à sa disposition un certain nombre de produits nouveaux. Les uns, en remplissant une lacune, lui ont rendu de signalés services. L'ionone, par exemple, a permis de composer un parfum de violette donnant l'impression réelle de cette fleur. Les autres, comme le musc, ont, par leur présence, maintenu à un cours raisonnable les substances semblables naturelles. De tous, le fabricant en a tiré parti, et cela, malgré la crainte légitime qu'ils lui inspiraient. N'avaient-ils pas l'air, en effet, de supprimer les connaissances du métier ?

Pour employer le musc naturel, il faut le faire venir de Chine par grande quantité, l'acheter en connaisseur, car aucune matière n'est plus frelatée, lui faire subir plusieurs manipulations, le mettre en infusion, garder la teinture pendant plusieurs mois avant de l'employer. Le musc artificiel peut se vendre par gramme, s'expédier par la poste contre remboursement ; dissous dans l'alcool, il est prêt à servir instantanément. On se rappelle toutes les manipulations nécessaires pour obtenir un alcoolat parfumé avec des fleurs d'héliotrope, de violette ; quelques grammes d'héliotropine, d'ionone produiraient-ils subitement le même résultat ?

Un tel événement plaçait la fabrication dans le domaine public, amenait la ruine d'une grande industrie agricole, d'un important commerce d'exportation. On comprend le peu d'empressement du parfumeur à accueillir les chimistes !

Heureusement, les produits synthétiques obtenus jusqu'à ce jour n'ont pu remplacer directement les produits naturels. Pour devenir suaves, ils ont besoin d'un cortège de produits enfleurés, d'essences et de teintures, ils ne peuvent être que de nouveaux auxiliaires pour le manipulateur. La Chimie appelle la correction de la Nature. Fabriquer un parfum délicat avec une simple dissolution de produit synthétique est encore aujourd'hui un rêve. Seulement, une ombre obscurcit toujours le tableau. Que réserve l'avenir ? A force de recherches, de trouvailles, nos savants obtiendront-ils la reproduction purement synthétique du parfum des fleurs ? Cela paraît douteux. Cet arome, mélange si complexe, pourra échapper à une entière investigation par le nombre, la quantité infinitésimale des éléments qui le composent. Mais arrivera-t-on par des mélanges, à des *à peu près* suffisants ? En un mot, pourra-t-on se passer de la fleur ?

Anxieuse, l'industrie de la Parfumerie attend la réponse. On comprend pourquoi. Toute sa force, nous avons essayé de le montrer, réside dans son habileté professionnelle et dans la possession des fleurs. Le jour où la Chimie rendra celle-ci et par conséquent celle-là inutiles, comme il est probable que les découvertes ne jailliront pas toutes en France, mais d'aucunes en Allemagne, d'autres en Suisse, leur exploitation en sera internationale ; l'industrie de la Parfumerie ne sera plus *française*.

Jacques Rouché.

REMARQUES

SUR LE ROLE DE LA CHIMIE EN PARFUMERIE

Les craintes que M. J. Rouché conçoit au sujet de l'introduction de la Chimie dans l'industrie de la Parfumerie me suggèrent une remarque qu'il ne m'en voudra certainement pas d'exprimer ici.

Il est bien naturel que la Parfumerie française, dotée par la Nature d'une sorte de monopole, craigne de s'en voir dépouiller du fait même des progrès de la Chimie. Mais cette évolution est, si je ne me trompe, une loi de l'humanité. A mesure qu'elle pénètre dans la société, la Science, chose internationale, tend à détruire, au profit de la multitude, les privilèges de quelques-uns : c'est à la foule des consommateurs que s'étendent ses bienfaits; grâce à elle, un plus grand nombre d'êtres humains sont admis à la jouissance : elle abaisse de plus en plus les prix de vente.

Qu'on s'en réjouisse ou qu'on s'en afflige, c'est là la loi. Dès lors, faut-il, en vue de retarder la fin d'un privilège, tourner le dos à cette Science en qui nos concurrents étrangers voient leur salut et qui leur permettra de se passer de nos produits? Pour ne pas suivre une *évolution* inéluctable, la Parfumerie française irait au-devant d'une *révolution* qui lui serait fatale. Au lieu de laisser Allemands, Anglais, Américains, créer des produits artificiels, de médiocre valeur peut-être, mais de grand débit, et prendre ainsi, au détriment de la France, possession du marché international, ne vaut-il pas mieux se mettre à la tête du progrès, le diriger et s'assurer, indépendamment des débouchés actuels, l'acquisition de débouchés nouveaux?

Un laboratoire de Chimie et de bons chimistes représentent, sans conteste, une sérieuse dépense, d'autant plus lourde à supporter que la recherche scientifique risque toujours de n'être pas immédiatement féconde. Mais, en industrie, il y a des sacrifices nécessaires : il faut savoir préparer l'avenir. Si la Parfumerie française veut avoir la vie trop bonne, elle s'exposera presque sûrement à l'avoir courte.

Louis Olivier.

REVUE ANNUELLE D'ANATOMIE

I. — Squelette.

Il est certain que les études tératologiques sont fort intéressantes à plus d'un titre et qu'elles peuvent, en particulier, apporter d'importants documents propres à hâter la solution de difficiles problèmes anatomiques. Mais nous pensons qu'il faut être très circonspect quand il s'agit de déterminer la valeur réelle de ces documents et de les invoquer en faveur d'une opinion déterminée. Nous aurons, au cours de cette revue, à insister à plusieurs reprises sur ce point et, si nous agitons la question dès maintenant, c'est que, dès le début de notre exposé, nous avons à dire quelques mots d'une observation tératologique très digne d'attention, mais dont les auteurs nous paraissent avoir tiré des conclusions que nous ne saurions signaler sans réserves. Une pièce tératologique est une pièce anatomique faussée, si je puis dire, non seulement, et c'est là le point essentiel, dans sa forme extérieure, mais encore et surtout dans l'arrangement et la nature intime de ses éléments composants. Si, en effet, il y a altération extérieure, par défaut ou par excès, par déplacement, soudure, division, etc., c'est qu'une force intime est intervenue, j'entends une manière d'être différente de la manière naturelle qui affecte les éléments dans quelqu'un de leurs caractères essentiels; sans cela, il n'y aurait pas d'anomalie.

Or, on paraît trop souvent ne pas tenir compte de cette altération des éléments. L'observateur les considère comme s'ils étaient dans leur état normal et, s'inspirant de la façon dont il les voit se comporter soit dans leur multiplication, soit dans leurs rapports avec les éléments voisins, il en tire des conclusions qu'il applique à ces mêmes éléments normaux, envisagés chez des individus sains, mais dont certaines manifestations biologiques sont encore l'objet d'interprétations diverses.

En voici un exemple :

MM. A. Broca et O. Lenoir[1] ont eu l'occasion d'étudier un cas de persistance du cartilage de Meckel chez un enfant de trois mois. Je laisse à

[1] A. Broca et O. Lenoir : Note sur un cas de persistance du cartilage de Meckel, avec absence de l'oreille du même côté. Considérations sur le développement du maxillaire inférieur et des osselets de l'ouïe, in *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1896, t. XXXII, n° 5, p. 559.

dessein de côté les considérations qu'ils ont fait réaliser à propos du développement des osselets de l'ouïe, et j'arrive à la conclusion qu'ils formulent sur le développement du maxillaire inférieur dans ses rapports avec le cartilage de Meckel.

On sait que, d'après l'opinion classique, le cartilage de Meckel ne prend aucune part au développement de la mâchoire inférieure. Il précède celle-ci, il est remplacé par elle, mais le développement de la mâchoire inférieure est indépendant du cartilage; elle se développe par ossification directe, et non par ossification enchondrale. Or, de ce que, du côté anormal de leur sujet, la mâchoire inférieure présentait dans sa partie postérieure une pièce répondant à l'apophyse articulaire et au bord postérieur du maxillaire, qui adhérait fortement au cartilage et qui était rattachée au reste de la mâchoire, d'une façon mobile, par deux trousseaux fibreux, les auteurs concluent que « le cartilage de Meckel intervient directement dans l'ossification du condyle et du bord postérieur de la branche montante du maxillaire inférieur ». Les auteurs citent, à l'appui de cette manière de voir, une phrase de Gegenbaur[1] d'après laquelle « l'apophyse articulaire ainsi que l'angle de la mâchoire se forment aux dépens d'un tissu cartilagineux (cartilage de Meckel) ». C'est là, en effet, une opinion, et elle n'est pas acceptée par tout le monde; mais nous ne voyons par comment un contact assez étroit entre une partie de la mâchoire et le cartilage de Meckel, *persistant anormalement*, peut être invoqué comme une preuve à l'appui de cette opinion. Pour démontrer qu'un os se développe aux dépens d'un cartilage, il faut pratiquer des coupes capables de montrer le phénomène de l'ossification aux dépens du cartilage; mais la soudure d'un os à un cartilage qui semble avoir oublié de disparaître, ne laisse nullement présumer que le premier dérive du second et l'affirmation des auteurs nous paraît, dès lors, très hasardée. Le fait sur lequel ils s'appuient ne leur permet pas, en tout cas, de dire : « Nos classiques français ont peut-être trop de tendances à considérer le cartilage de Meckel comme un simple support, une charpente pour le maxillaire inférieur. » La vérité est qu'un cartilage de Meckel persistant au delà des limites de temps ordinaires, n'est plus un cartilage de Meckel, dans le vrai sens du mot. Pourquoi, en effet, persiste-t-il? Quelles sont les altérations dans sa nutrition ou dans celle des tissus voisins, qui lui permettent cette persistance, alors qu'il devrait disparaître, résorbé par le milieu ambiant? Nous ne savons évidemment que répondre à ces questions; c'est pourquoi nous devons être très sobres de conclusions absolues pour tout ce qui concerne un organe ainsi modifié et altéré et ne pas conclure de ce qu'il devient dans ces conditions à ce qu'il devient dans des conditions normales.

Pour ce qui a trait aux rapports du cartilage de Meckel avec les osselets de l'ouïe, les auteurs concluent de même autrement que les classiques, mais j'avoue qu'après avoir lu leur mémoire je reste avec les classiques. Suivant les classiques, le marteau et l'enclume seraient formés par l'extrémité postérieure du premier arc branchial (arc mandibulaire); d'après MM. Broca et Lenoir, « il est probable que les deux premiers arcs branchiaux (arc mandibulaire et arc hyoïdien) entrent dans la constitution du marteau et de l'enclume, l'apophyse de Raw et le manche du marteau représentant respectivement les prolongements postérieurs de ces arcs ». La description des auteurs ne nous paraît pas suffire à légitimer cette conclusion.

Parmi les mémoires relatifs au squelette, nous citerons le travail de F. Guitel[1] sur le développement des nageoires paires du *Cyclopterus lumpus*. Ces recherches, conduites avec un soin très consciencieux, mènent à des résultats trop spéciaux pour que nous puissions faire ici davantage que les signaler.

Voici encore les classiques pris à partie; mais il semble cette fois qu'ils étaient bien dans leur tort. Marshall et Hurst (*Practical Zoology*), de même que Parker et Bettany (*Morphology of the Skull*), ne mentionnent pas chez les Roussettes (*Scyllium*) l'existence de cartilages extra-branchiaux supérieurs; bien plus, Bettany et Parker avancent que le point principal par lequel le crâne de la raie diffère de celui des Roussettes est précisément l'absence de cartilages extra-branchiaux. Philip J. White[2] s'élève contre ces erreurs et démontre que, chez *Scyllium canicula*, il existe quatre cartilages extra-branchiaux supérieurs de chaque côté. Ethelwyn Foote[3], d'autre part, étudie la question chez les Elasmobranches en général; il a fait des dissections sur *Raja erinacea*, *R. radiata*, *Torpedo ocellata*, *Trygon pastinaca*, divers *Scyllium*, et il arrive à cette conclusion que, chez tous les Elasmobranches il existe des cartilages extra-branchiaux.

Ceux-ci sont au nombre de 5 dorsaux et de 5 ventraux en rapport avec l'hyoïde et les 4 premiers arcs branchiaux. Seul, *Scyllium* fait excep-

[1] *Anatomie humaine*, traduction Julin, p. 230.

[1] F. Guitel : *Arch. de Zool. expérim.*, 1896, t. IV, nos 2 et 3.

[2] Philip J. White : Note on the extra-branchial cartilages of *Scyllium canicula*, in *Anat. Anzeig.*, Bd. XII, n° 6, 1896, p. 158.

[3] Ethelwyn Foote : The extra-branchial cartilages of Elasmobranches, in *Anat. Anzeig.*, Bd. XIII, nos 10 et 11, 1897, p. 305.

tion, n'ayant que 3 cartilages ventraux et 4 dorsaux. Ces cartilages commencent à la jonction des hypo et cérato-branchiaux; ils s'unissent avec ceux-ci par un tissu membraneux puis s'incurvent en haut et au-dessus de chaque lame branchiale; ils serviraient à la protection des branchies sous-jacentes.

Parmi les mémoires qui ont trait au squelette des Invertébrés, nous mentionnerons celui de A. Bather[1] sur l'emploi du terme « Syzygie » dans la description des Crinoïdes. L'auteur, en comparant les articulations des ossicules des bras des Crinoïdes éteints et des Crinoïdes récents, a rencontré de sérieuses difficultés en raison des confusions qui se sont établies au sujet du terme « Syzygie ». Ce terme, vaguement euphonique, fut créé par Johannes Müller, qui lui donnait le sens de jonction immobile de deux articles. « Unter Syzygie verstehe ich die unbewegliche Nahtverbindung zweier Glieder[2] ». « Syzygie » est donc une articulation ou union suturale.

Or, dans le même mémoire, J. Müller écrit : « Bei Pentacrinus caput medusæ bilden nur das erste und zweite Glied über jedem Axillare ein Syzygium. » Ici le mot Syzygium se rapporte aux deux articles unis.

Or la question est précisément de savoir si le terme « Syzygie » doit signifier la paire d'ossicules ou la suture qui existe entre eux. Comme le fait remarquer Bather, le même mot ne peut exprimer les deux choses, pas plus qu'un même vocable ne pourrait signifier une brique à un moment et du mortier à un autre. Or, la confusion née de la sorte dès la création même du terme s'est continuée; on la retrouve en particulier dans les descriptions de P.-H. Carpenter parues dans les Comptes rendus de l'expédition du *Challenger*.

Tantôt le terme « Syzygie » y figure pour désigner l'union suturale immobile entre deux ossicules, tantôt il est employé pour signifier une paire d'ossicules unis de manière immobile.

Or, que l'on prenne l'une ou l'autre de ces interprétations dans le compte des ossicules et on arrive à des résultats tout à fait différents. C'est pour n'avoir pas évité cette confusion que les auteurs ne s'entendent pas dans leurs descriptions et lorsque (page 80 of *Challenger Report on the Comatulæ*) « Carpenter hurls scorn and sarcasm at professor Perrier », c'est simplement parce qu'ils n'ont pas interprété chacun de la même façon le terme « Syzygie ».

Finalement l'auteur propose, pour obvier à ces confusions, d'employer invariablement le terme « Syzygie » en se reportant à sa définition première, c'est-à-dire pour désigner une union suturale immobile. Par la même occasion il propose de s'entendre également sur la vraie valeur du terme « joint » qui doit être compris comme une articulation, ou « Gelenk » au sens allemand, et non comme un article dans le sens allemand de « Glied ».

Nous n'insistons pas sur les autres propositions qui découlent de celles-ci et qui consistent à établir comment doit se faire le compte des ossicules dans les bras des Crinoïdes. Nous avons voulu seulement attirer l'attention sur ce point de nomenclature, car il est d'un intérêt général que les termes scientifiques aient leur sens absolu faute de quoi ils perdent toute espèce de valeur.

II. — Système nerveux. — Organes des sens.

La méthode de Golgi et celle d'Ehrlich plus ou moins modifiée continuent à porter leurs fruits et de nombreux mémoires sont consacrés à l'étude des éléments nerveux au moyen de ces procédés de technique si précieux.

Nous signalerons seulement, dans cet ordre d'idées, un mémoire de Sauerbeck sur la structure histologique de l'encéphale des Sélaciens[1] qui confirme l'état embryonnaire persistant de cet organe chez ces Poissons. La forme des cellules ganglionnaires et des cellules de soutien, particulièrement dans le cerveau antérieur, aussi bien que la différenciation très peu marquée du cerveau moyen, viennent plaider en faveur de l'état d'infériorité du cerveau des Sélaciens.

L'auteur base ses conclusions sur l'examen histologique qu'il a fait successivement du cerveau antérieur, du cerveau moyen, du cervelet et de l'arrière-cerveau (moelle allongée) chez *Raja*, *Trygon*, *Scyllium* et *Mustelus*.

Von Fr. Kopsch[2], appliquant également la méthode de Golgi, s'est proposé de comparer le ganglion du nerf optique et la rétine des Céphalopodes à la rétine des Vertébrés. La question est de savoir si la rétine des Céphalopodes répond à celle des Vertébrés ou si elle n'en représente qu'une partie. C'est cette dernière opinion que soutient l'auteur en l'appuyant de ses observations. La rétine des Céphalopodes ne comprend que des bâtonnets et

[1] A. Bather : The term « Syzygy » in the description of Crinoïds ; in *Zool. Anzeiger*, Bd. XIX, 1896, p. 57.

[2] Ueber den Bau des Pentacrinus. *Phys. Abh. Akad. d. Wiss.* Berlin, 1841, p. 215.

[1] Ernst Sauerbeck : Beiträge zur Kenntniss vom feineren Bau des Selachierhirns, in *Anat. Anzeiger*, Bd. XII, n° 2, 1896, p. 41.

[2] Von Fr. Kopsch : Das Augenganglion der Cephalopoden, in *Anat. Anzeiger*, Bd. XI, n° 12, p. 361, 1895.

des cônes : c'est ainsi qu'il désigne les prolongements des cellules visuelles suivant (comme cela a lieu chez les Vertébrés) qu'ils communiquent avec les cellules ganglionnaires par l'intermédiaire des cellules bipolaires ou directement. On ne saurait donc voir dans la rétine des Céphalopodes une rétine de Vertébré plus ou moins réduite; ce qui est vrai, c'est qu'elle ne représente qu'une partie de cette dernière.

La méthode de Golgi ne semble pas donner d'aussi bons résultats dans l'étude du système nerveux des Cestodes. C'est du moins ce qu'affirme L. Tower[1] qui, après avoir essayé de cette méthode et de celle d'Ehrlich, a dû chercher autre chose et s'est trouvé bien de l'emploi du liquide de Rath (acide picrique, chlorure de platine, acide osmique et acide acétique). Grâce à cette technique, qui distingue les nerfs en leur donnant une teinte d'un gris bleuâtre, il a pu reconnaître chez *Moniezia expansa* et *M. planissima* l'existence de commissures longitudinales parallèles aux grands troncs nerveux latéraux et unissant, d'un scolex à l'autre, les ganglions dorsaux et ventraux à droite et à gauche. Ces commissures seraient les équivalentes des nerfs dorsaux et ventraux décrits par Niemec en 1885 chez *Tænia cœnurus* et *T. serrata*.

III. — Système vasculaire.

Il n'est guère de question plus controversée que celle de l'origine des vaisseaux et du sang; on s'accorde assez généralement à admettre que leur première apparition se fait à la périphérie du blastoderme, mais à partir de là les opinions les plus divergentes sont soutenues par les observateurs qui, successivement, s'attachent à élucider ce problème. Actuellement, encore il y a trois théories qui comptent des défenseurs également autorisés : 1° pour les uns, les vaisseaux et le sang ont une origine mésodermique; 2° pour les autres, c'est l'endoderme qui est le point de départ de leur développement, et cette manière de voir a été soutenue par Hoffmann, par Swaen et, en France, par MM. Duval et Vialleton; 3° enfin d'autres embryologistes assignent aux vaisseaux, pour origine, le parablaste, dans la région du bourrelet germinatif, c'est-à-dire au pourtour du disque germinatif. Le principe de cette théorie fut posé par His, et d'amendements en amendements (Ruckert, Hertwig, etc.), on en est venu à admettre que le parablaste avec ses mérocytes (on sait que Ruckert a désigné sous ce nom les éléments parablastiques ou noyaux vitellins des Sélaciens) fournit l'ébauche des vaisseaux et du tissu conjonctif.

Nous avons à relever, au cours de cette année, un certain nombre de mémoires qui concluent en faveur de l'une ou l'autre de ces théories.

1° *Les vaisseaux et le sang sont d'origine mésodermique.* — L'an dernier, nous signalions, dans notre revue d'Anatomie[1], un travail de van der Stricht, sur les premières phases du développement du sang et des capillaires sanguins dans l'aire vasculaire du lapin, qui conduisait l'auteur à défendre l'origine mésoblastique des premiers capillaires et du sang.

Ainsi se trouvait confirmée l'opinion soutenue par Remack, Kölliker, Balfour, etc. Un nouveau mémoire de van der Stricht[2], exposant ses recherches sur les embryons de divers Sélaciens (*Torpedo*, *Scyllium*, *Pristiurus*), conclut encore à l'origine mésodermique des globules sanguins.

Chez ces embryons, l'auteur reconnaît parfaitement l'existence des mérocytes (noyaux vitellins), plongés dans le vitellus au voisinage de l'hypoblaste, mais il n'a jamais vu ce qu'ont décrit Swaen et Rückert, c'est-à-dire les mérocytes pénétrant à l'intérieur du feuillet moyen et participant à la formation des vaisseaux, constituant, en un mot, ce qu'on a appelé le mésenchyme. L'origine mésodermique, absolument indépendante de l'hypoblaste et du parablaste, paraît indiscutable à l'auteur, qui insiste sur la technique qu'il est nécessaire de suivre pour arriver à se faire une opinion exacte. C'est seulement au moyen de préparations bien fixées par les liqueurs osmiques, qu'il est possible de se faire une conviction. On reconnaît alors facilement les cellules mésoblastiques à ce qu'elles sont plus compactes, plus foncées et d'un aspect tout différent de celui qui caractérise les éléments hypoblastiques sous-jacents. En outre, la limite de séparation entre les deux feuillets est toujours très nette dans ces conditions.

Quant à l'aorte, elle apparaît sous forme de bourgeons cellulaires segmentaires, se détachant au niveau de la partie interne et inférieure des protovertèbres. Ces bourgeons détachés sont d'abord isolés; ils se fusionnent ensuite par leurs extrémités; mais, ce qui distingue l'aorte des capillaires sanguins de l'aire vasculaire, c'est que, chez ces derniers, les globules sanguins prennent naissance en même temps que la paroi endothéliale, tandis que les aortes primitives se forment sans engendrer de cellules sanguines.

[1] L. Tower : On the nervous system of Cestodes, in *Zool. Anzeiger*, Bd. XIX, 1896, p. 323.

[1] *Revue générale des Sciences*, 1896, n° 16, p. 721.

[2] Van der Stricht : Origine des globules sanguins, de l'aorte et de l'endocarde chez les embryons des Sélaciens. *C. R. hebd. de la Soc. de Biologie*, 1896, p. 287.

Ce point mis à part, il résulte de ce travail que les capillaires aussi bien que l'aorte sont d'origine mésodermique.

Mais, qui n'entend qu'une cloche n'entend qu'un son; écoutons donc une autre cloche.

2° *Les vaisseaux sanguins sont d'origine endodermique.* — Nous avons nommé plus haut les défenseurs principaux de cette manière de voir. Nous trouvons une courte note de M. Ét. Rabaud [1], qui rapporte une observation tératologique lui paraissant plaider en faveur de l'origine endodermique des vaisseaux sanguins. En faisant des coupes sur un poulet monstrueux omphalocéphale à extrémité antérieure très atrophiée, l'auteur a constaté, dans les portions de l'embryon dépourvues de splanchnopleure que de nombreux vaisseaux existaient à la face interne de l'endoderme, où ils étaient réduits à leur endothélium. Parmi ces vaisseaux, les uns semblent indépendants du feuillet interne et n'être qu'accolés à ce feuillet; les autres apparaissent comme étant un simple dédoublement de cet endoderme.

Les résultats fournis par cette observation sont-ils bien probants? ont-ils, comme le pense l'auteur, la valeur d'un fait expérimental? Nous en doutons; nous avons déjà dit toute la défiance que nous inspirent les conclusions tirées de faits tératologiques. Cette défiance est plus grande encore lorsqu'il s'agit de déterminer les relations génétiques qui peuvent exister entre un élément ou un organe et un feuillet blastodermique.

On sait, en effet, qu'à l'état normal, comme Chun[2], Heymons [3], etc., le font remarquer, « chez les animaux, des organes de même nature peuvent naître de couches cellulaires embryonnaires différentes ». Ainsi, Hjort a montré que, dans les bourgeons de certaines Ascidies (*Botryllus*), l'intestin, le sac péribranchial, etc., sont produits par l'ectoderme de l'animal mère, tandis que les mêmes organes, chez d'autres Ascidies (*Polyclinum*), sont produits par les cellules endodermiques. En réalité, dit Chun, les feuillets germinatifs ne possèdent ni prédispositions histologiques, ni prédispositions organogénétiques; *l'origine des systèmes organiques est en relation avec les rapports de position des feuillets germinatifs avec le monde extérieur, bien qu'on ne puisse pas toujours saisir ces rapports.* Que faut-il penser, dès lors, de ces mêmes feuillets considérés chez des individus monstrueux, alors que leurs rapports avec le monde extérieur sont plus ou moins complètement bouleversés? Nous le répétons, la tératologie, sauf exceptions, est d'un bien faible secours dans la solution de problèmes aussi délicats.

Mais, ce n'est pas tout, il existe encore une troisième opinion sur le mode de genèse du sang et des vaisseaux.

3° *Le sang et les vaisseaux ont une origine parablastique.* — Nous avons dit plus haut le rôle que font jouer, dans ce cas, les auteurs au parablaste (noyaux vitellins, mérocytes), qui deviendra l'ébauche du sang et même du tissu conjonctif. Hoffmann, Kowalevski, Ziegler, etc., ont prétendu que le parablaste n'entrait pas directement dans la constitution des tissus de l'embryon, mais qu'il représentait seulement une sorte d'aliment provisoire de l'embryon, un intermédiaire entre ce dernier et le vitellus, servant à la résorption des matériaux vitellins. C'est à cette manière de voir que s'est rangé Henneguy, sauf qu'il admet qu'avant de devenir organe de nutrition, le parablaste a pu fournir des éléments cellulaires au germe.

Un récent mémoire de Beard [1] vient confirmer cette interprétation. L'auteur a étudié le vitellus et les mérocytes chez *Scyllium* et *Lepidosteus*. Il ne s'explique pas sur les fonctions des mérocytes aux premiers stades; ces fonctions, dit-il, « are rather matter of surmise than of direct observation ». Mais aux stades suivants, le rôle des mérocytes est incontestablement de préparer le jaune pour l'embryon; ils sont donc bien les intermédiaires nourriciers dont nous parlions plus haut. Chez *Lepidosteus* en particulier, le sort des mérocytes est facile à établir; ils se gorgent de jaune, puis ils se déchirent et servent d'aliment à l'embryon; leur nature est donc absolument transitoire.

Dans un autre ordre d'idées, nous avons à signaler un mémoire de M. V. Cornil [2], non plus sur l'origine des premiers capillaires, mais sur la genèse des capillaires, chez l'adulte, au cours de certaines inflammations.

Dans de précédentes recherches sur le rôle des cellules endothéliales des membranes séreuses dans les inflammations fibrineuses [3], l'auteur avait

[1] Et. Rabaud : Sur l'origine endodermique des vaisseaux sanguins, in *C. R. hebd. de la Soc. de Biologie*, 28 novembre 1896, p. 985.

[2] Chun : Atlantis-Biologische Studien über pelagische Organismen. *Bibl. Zool.*, Heft XIX, p. 1-76.

[3] Heymons : Ueber Chun's Abhandlung « Das Knospungsgesetz der proliferenden Medusen ». *Sitzungberichte Ges. Nat.*, Berlin, 1896.

[1] J. Beard : The Yolk-sac, Yolk and Merocytes in *Scyllium* and *Lepidosteus*, in *Anat. Anzeiger*, Bd. n° 14, p. 334.

[2] V. Cornil : Sur l'organisation des caillots intra-vasculaires et cardiaques dans l'inflammation des vaisseaux et de l'endocarde, in *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, t. XXXIII, 1897, n° 3, p. 201.

[3] Cornil et Chaput : Sur la réunion séro-séreuse des anses intestinales. *Bull. Acad. de Médecine* du 4 août 1896.

constaté la rapide organisation de ces cellules en tissu conjonctif vasculaire. Il se proposa alors d'examiner si des phénomènes de même ordre ne se produisent pas dans les vaisseaux aux dépens de leur endothélium. C'est la partie expérimentale du travail de Cornil qui nous intéresse ici. L'auteur a déterminé l'inflammation des parois de l'artère et de la veine crurale chez le chien, et la coagulation consécutive du sang dans ces vaisseaux, soit au moyen de ligatures, soit au moyen de cautérisations. Par les deux procédés, on obtient dans les vaisseaux la formation d'un caillot obstruant complètement leur lumière, en même temps que des phénomènes d'inflammation de la paroi.

Si l'on considère une veine, par exemple, ainsi mise en expérimentation, on constate, dès le premier jour de l'opération, une remarquable multiplication des cellules de l'endothélium de la paroi interne; ces cellules, en même temps, se gonflent, se soulèvent et font saillie du côté de la lumière du vaisseau, mais en restant en rapport avec la paroi par un ou plusieurs prolongements. Ces cellules endothéliales pénétrant ainsi le caillot sanguin vont devenir les agents de l'organisation du caillot, et de la réparation cicatricielle de la veine. Si on suit leur marche à travers le caillot on voit, à mesure que l'on s'éloigne du moment de l'opération, que ces cellules, après être entrées dans le caillot « s'accolent aux grumeaux et fibrilles de fibrine, forment là un tissu de cellules anastomosées, des vaisseaux capillaires anastomosés en réseau et des fibrilles de tissu conjonctif de nouvelle formation, en même temps qu'elles unissent ce caillot organisé à la paroi de la veine... L'organisation en tissu conjonctif vasculaire se complète dans la partie liée de la veine et à son voisinage, au-dessus et au-dessous, pendant les jours suivants, de telle sorte que la transformation du caillot avec disparition de la fibrine est complète dix jours après la ligature. L'oblitération de la veine, la cicatrice, sont absolument définitives à ce niveau ».

En même temps, des phénomènes d'inflammation et de néoformation analogues se produisent dans les différentes membranes de la paroi veineuse; les cellules de tissu conjonctif prolifèrent; on voit apparaître des cellules migratrices et bientôt des néo-capillaires en rapport avec les vasovasorum traversent toute l'épaisseur de la paroi et vont s'aboucher aux nouveaux capillaires du caillot organisé. Alors s'établit la circulation dans ces capillaires.

Les phénomènes observés dans les veines s'observent aussi dans les artères, mais avec un retard de cinq à six jours, que l'auteur explique par la résistance plus grande qu'opposent les lames élastiques de leurs parois à la pénétation des vaisseaux venant de la tunique externe.

Pour en finir avec l'appareil circulatoire, mentionnons un mémoire de Erm. Giglio-Tos [1], sur la structure et l'évolution des hématies chez les Vertébrés. Il y est démontré que les corpuscules des Vertébrés ne diffèrent pas seulement par leur forme mais encore par leur structure; que les corpuscules embryonnaires n'ont rien de commun avec ceux de l'adulte, et qu'enfin ceux-ci renferment une substance que l'auteur appelle hémoglobigène, qui provient du noyau et qui produit l'hémoglobine.

Relativement aux Articulés, nous trouvons un travail de Dubosq [2], qui a étudié le système circulatoire de la scolopendre au moyen d'injections faites à l'encre de Chine.

L'auteur décrit « un vaisseau dorsal qui irrigue tout ce qui est innervé par le cerveau et le sympathique, et un vaisseau ventral qui irrigue tout ce qui est innervé par la chaîne sous-intestinale ». Sous le nom de corpuscules de Kowalevsky, il faut entendre des corpuscules découverts par cet anatomiste dans le tissu adipeux de la salamandre et considérés par lui comme des glandes lymphatiques. Après avoir étudié le mode de terminaison des vaisseaux dans les tissus, Dubosq conclut que les corpuscules de Kowalevsky ne sont qu'un cas particulier de la terminaison des vaisseaux. Ces corpuscules sont de véritables ganglions lymphatiques différant toutefois des ganglions lymphatiques des Vertébrés par l'absence de capsule.

IV. — Organes glandulaires.

Nous croyons devoir ouvrir un chapitre sous le titre général « d'Organes glandulaires », en raison des nombreuses recherches anatomiques qu'ont suscitées les idées des physiologistes sur la nature et le fonctionnement de certains organes restés longtemps problématiques et qu'on désigne communément sous le nom de *glandes closes*. On sait le rôle important qu'on s'accorde actuellement à reconnaître au *thymus*, à la *glande thyroïde*, aux *capsules surrénales*, etc. De là un nombre relativement grand de mémoires sur ces diverses glandes; nous les signalerons brièvement et nous y joindrons quelques indications sur des travaux ayant

[1] Dr Ermanno Giglio-Tos : La struttura e l'evoluzione dei corpusculi rossi del sangue nei Vertebrati, in *Anat. Anz.*, Bd. XIII, nos 4 et 5, p. 97 et 109.

[2] O. Dubosq : La terminaison des vaisseaux et les corpuscules de Kowalevsky chez les Scolopendrides, in *Zool. Anzeiger*, Bd. XIX, 1896, p. 391.

trait à diverses autres glandes, soit chez les Vertébrés, soit chez les Invertébrés.

Thymus et glande thyroïde. — Jacoby [1] a étudié le développement de ces glandes chez le chat. On sait que la glande thyroïde est accompagnée de glandes accessoires dont les physiologistes (Gley et autres) nous ont montré l'importance fonctionnelle.

Les recherches de l'auteur tendent à prouver que la glande thyroïdienne externe (corps épithélial externe de Kohn) dérive du thymus, dont elle se sépare sous forme d'un corpuscule devenant ultérieurement indépendant. Le corps épithélial interne n'a pas été observé dès son origine, mais Jacoby l'a trouvé au milieu du lobe latéral de la thyroïde chez un embryon de 25 millimètres. Enfin, des mêmes recherches, il résulterait que la glande carotidienne est indépendante du thymus et qu'elle dérive d'une ébauche spéciale se formant dans l'adventice de la carotide primitive.

Prenant [2], qui s'était déjà occupé en 1894 de ces questions de développement des glandes closes de la région antérieure du corps, n'était pas arrivé aux mêmes résultats. En étudiant des embryons de mouton il avait établi tout d'abord, ce qui n'est pas contesté, que de chacune des deux poches branchiales (3e et 4e) qui produisent l'une le thymus, l'autre l'ébauche latérale de la thyroïde, naissent, par épaississement de leur paroi, deux nodules épitéliaux, deux glandules. En raison de leur origine il a nommé la première glandule thymique, et la seconde, glandule thyroïdienne. Il a montré que cette dernière devient la glandule thyroïdienne ou corps épithélial interne des auteurs; ce fait reste acquis. Jacoby, d'ailleurs, n'a pas assisté au développement de ce corps qu'il a trouvé tout formé chez un embryon de 25 millimètres. Au sujet de la glandule thymique, Prenant avait pensé pouvoir en faire l'ébauche de la glande carotidienne.

Dans une note [3] que nous résumons ici, il reconnaît qu'il n'était pas pas pleinement autorisé à conclure ainsi et il se range à l'opinion de Jacoby qui a vu la glandule thymique devenant la glande thyroïdienne externe. C'est d'ailleurs le résultat auquel est également arrivé Ch. Simon [4] chez les Rongeurs et chez le chat. Il devient donc constant que la glande thyroïdienne externe (corps épithélial externe) tire son origine du thymus.

Capsules surrénales. — Une importante contribution à l'étude des capsules surrénales est due à M. Pettit [1].

L'auteur passe en revue les diverses classes des Vertébrés. Chez les Mammifères, les capsules surrénales, bien développées, jouissent d'une innervation et d'une vascularisation très riches. Bien que d'un poids relativement minime elles ont leurs vaisseaux propres, alors, comme le fait remarquer l'auteur, que d'autres organes plus volumineux empruntent le sang à des troncs artériels destinés en même temps à d'autres appareils anatomiques. Fait remarquable, la capsule surrénale droite offre dans toute la classe une grande fixité de rapports; elle est en contact avec la veine cave, qu'elle suit dans ses déplacements; ses connexions avec les reins, par contre, peuvent faire défaut, ce qui montre, ainsi que les animaux plus inférieurs le prouvent pleinement, que les connexions primordiales et fondamentales des glandes surrénales sont avec la veine cave.

Chez les Oiseaux, les connexions des capsules surrénales avec les vaisseaux de l'abdomen s'accentuent encore; en outre, et surtout à gauche, ces organes conservent des rapports avec les glandes génitales, « dispositions fondamentales qu'on doit considérer comme les derniers vestiges de l'origine embryologique de ces organes ».

Enfin les capsules surrénales possèdent chez les Oiseaux une circulation porte et, par là, les Oiseaux se rattachent étroitement aux Reptiles, chez lesquels le système porte surrénal est complètement développé.

Chez les Batraciens, les capsules « sont remarquables par leur dissémination à la surface des veines rénales efférentes; néanmoins par leurs rapports avec les vaisseaux et les organes génitaux, elles rappellent les dispositions qu'on constate chez les Reptiles », particulièrement chez les Chéloniens.

Pettit donne, pour la première fois, la description des glandes surrénales chez les Dipnoïques; morphologiquement et topographiquement, elles rappellent les mêmes organes des Téléostéens, mais, histologiquement, ce sont plutôt des capsules de Batraciens. D'excellents documents sont fournis par le mémoire que nous analysons sur les capsules surrénales souvent mal connues des poissons Téléostéens. Ici les rapports de ces organes avec les glandes génitales disparaissent, mais ceux

[1] Jacoby : Ueber die Entwicklung des Nebendrüse und des Carotidendrüse, in *Anat. Anzeiger*, Bd. 12, n° 6, 1896.

[2] Prenant : Contribution à l'étude du développement organique et histologique du thymus et de la glande thyroïde, in *La Cellule*, t. X, fasc. I, 1894.

[3] Prenant : Sur le développement des glandes accessoires de la glande thyroïde et celui de la glande thyroïdienne, in *Anat. Anzeiger*, Bd. XII, nos 9 et 10, p. 242.

[4] Ch. Simon : Thyroïde latérale et glande thyroïdienne chez les Mammifères. Thèse de Nancy, 1896.

[1] A. Pettit : Recherches sur les Capsules surrénales, in *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1896, n° 3, p. 301, et n° 4, p. 369, 4 pl.

qu'ils ont avec les reins s'accentuent et, d'une façon à peu près générale, on les voit placés à la face dorsale des reins, toujours au voisinage des gros troncs vasculaires de l'abdomen, en particulier de la veine cardinale. Les recherches histologiques de Pettit lui permettent d'ailleurs d'affirmer qu'il s'agit bien de glandes, et qu'elles sont comparables aux capsules surrénales des animaux supérieurs. L'auteur a également étudié les Elasmobranches et il leur reconnaît deux séries d'organes : « 1° une série de corps suprarénaux (une vingtaine environ chez les Squalides) disposés segmentairement sur le trajet des artères, et 2° un corps interrénal, coloré en jaune, situé sur la ligne médiane, au contact de l'artère aorte. » Tous ces organes, par suite même de leurs rapports avec les vaisseaux de l'abdomen, semblent bien devoir être rapprochés des capsules surrénales des animaux plus élevés en organisation.

Enfin, chez les Cyclostomes (*Petromyzon marinus*) on constate, comme J. Müller l'avait fait pour la Myxine, en arrière des branchies, de part et d'autre du cœur, des glandes en rapport intime avec l'aorte et la veine cave, « mais on ne peut décider s'il s'agit là d'organes assimilables aux capsules surrénales des Mammifères ».

Un mémoire de W.-E. Collinge[1], postérieur à celui de Pettit, aborde précisément cette question. Les corps décrits chez la Myxine par J. Müller avaient été ultérieurement considérés par ce même auteur comme un thymus, tandis que Stannius et Leydig en firent des corps surrénaux et que plus récemment Weldon les considéra comme constitués par le pronéphros.

Collinge, après ses recherches sur *Myxine glutinosa*, *Petromyzon marinus*, *P. Planeri* et *Ammocetes*, conclut qu'il n'est pas évident qu'il y ait des corps surrénaux chez les Cyclostomes, ce qui concorde bien avec les réserves exprimées par Pettit. Mais Collinge considère comme simplement formés de tissu conjonctif des corps décrits par Ecker et que Pettit croit représenter au contraire les glandes décrites par J. Müller.

Il y a donc là un point obscur et qui reste d'autant plus problématique que Collinge croit pouvoir considérer comme pronéphros le corps décrit par J. Müller, d'abord comme glande surrénale, puis comme thymus. Ce pronéphros existerait chez *Myxine* et chez *Bdellostoma*, mais manquerait chez *Petromyzon*. L'auteur anglais pense d'ailleurs qu'il n'y a pas de preuve qu'il y ait une relation quelconque, en dehors des relations de position, entre les capsules surrénales des Vertébrés et les organes rénaux ; c'est aussi l'opinion de Pettit, qui déclare que « les rapports qu'elles contractent avec l'appareil urinaire n'ont que peu d'importance[1] au point de vue morphologique ; le fait que, dans la série des Vertébrés, ces connexions existent à la fois avec le mésonéphros ou avec le métanéphros en est une preuve convaincante ». Suivant Collinge, le pronéphros des Cyclostomes ne représenterait pas nécessairement les capsules surrénales des autres Vertébrés.

Comme conclusion générale, Collinge pense que l'on doit considérer les capsules surrénales comme des organes qui apparaissent tout d'abord chez les Poissons et qui vont ensuite prenant plus d'importance à mesure qu'on s'élève dans l'échelle des Vertébrés.

Glandes des Invertébrés. — Un mémoire de Maynard M. Metcalf[2] donne d'intéressants renseignements sur certaines glandes problématiques que l'on rencontre chez les Tuniciers et qu'il nous paraît bon de signaler ici en raison des rapports de ce groupe avec les Vertébrés.

Chez les Ascidies, il existe une glande subneurale que l'on décrit ordinairement comme siégeant à la face ventrale du ganglion, dont elle est séparée par le conduit de la glande qui s'ouvre en avant dans le pharynx par un entonnoir cilié. La structure et le volume de cette glande offrent des variations spécifiques qui ont été signalées ; l'auteur l'a étudiée chez *Clavelina*, *Perophora viridis*, *Amaræcium stellatum*, *Botryllus Gouldii*, *Molgula*, *Cynthia partita* et *Boltenia Bolteni*. Il a trouvé des différences considérables, mais en particulier chez *Molgula*, *Botryllus*, *Cynthia* et *Boltenia*, il a observé que la glande est *dorsale* par rapport au ganglion. Chez *Botryllus*, en outre, il y a fusion de son extrémité postérieure avec l'extrémité postérieure du ganglion.

Metcalf a en outre observé, chez *Cynthia*, d'autres glandes qui s'ouvrent à la surface du pharynx et du cloaque par de petits pores. Ces glandes sont situées entre l'épithélium et le manteau très épais à ce niveau. Les glandes du pharynx ne diffèrent en rien de celles du cloaque ; ce fait, joint à ce qu'on ne les trouve pas chez les autres Ascidies, semble démontrer qu'elles ne jouent pas un rôle dans la digestion ; faut-il les regarder comme des organes excréteurs ? L'auteur ne se refuserait pas à leur assigner le même rôle qu'aux glandes neurales ; en tous cas, il lui paraît que, comme ces der-

[1] Walter E. Collinge : On the so-called suprarenal Bodies in Cyclostoma, in *Anat. Anzeig.*, Bd. XII, nos 9 et 10, p. 232.

[1] On sait qu'elles dérivent de l'épithélium germinal du cœlome, c'est-à-dire qu'elles ont même origine que les glandes génitales.

[2] Maynard M. Metcalf : Notes on Tunicate Morphology, in *Anat. Anzeig.*, Bd. XI, no 9, p. 277, et no 11, p. 329.

nières, elles doivent rentrer dans la catégorie des organes à fonction inconnue.

Rapprochons de ce travail des recherches de Winiwarter[1] sur la glande annexe du tube digestif des Ascidies simples.

Il existe, dit l'auteur, chez tous les Urochordés, à l'exception des Appendiculaires, une glande digestive étalée sur une partie de l'intestin.

Elle possède un canal excréteur unique et son orifice se trouve soit dans l'intestin, soit dans l'estomac au voisinage du pylore. Mais il existe chez d'autres Tuniciers une glande, d'un caractère différent, qui affecte la forme d'un réseau et débouche dans l'estomac par plusieurs canaux excréteurs différents. Quelle est la fonction de ces organes? Elle est problématique. Elle rentre donc dans l'ordre de celles qui ont été signalées plus haut.

Reins et glandes génitales. — Dans notre revue d'Anatomie, l'an dernier, nous analysions un mémoire de Goodrich sur le cœlome, les conduits génitaux et les néphridies, d'où il ressortait que les néphridies, que l'on a souvent confondues avec les conduits génitaux, peuvent toujours en être distinguées et que le cœlome (cavité unique ou multiple où se développent les cellules sexuelles et qui s'accroît graduellement jusqu'à devenir la cavité du corps dans laquelle siègent les viscères) peut acquérir secondairement une fonction rénale, les entonnoirs péritonéaux remplaçant les néphridies propres comme conduits excréteurs. Bergh[2] a critiqué ces conclusions. Goodrich revient dans une nouvelle note[3] sur la question; il maintient ses premières déductions et conclut que, chez tous les cœlomates, on trouve des follicules ou sacs dans lesquels se forment les cellules génitales qui sont conduites au dehors par les entonnoirs péritonéaux.

Un mémoire de Pelseneer[1] sur le même sujet, mais considéré chez les Mollusques, apporte d'intéressants documents sur la disposition de ces organes dans ce groupe d'Invertébrés qui ne semblent pas tous venir à l'appui des déductions de Goodrich, si la comparaison est possible entre les Mollusques et les Annélides dont ce dernier s'est occupé. Ainsi chez les Amphineures (Chiton) la glande génitale s'ouvrirait au dehors par deux conduits propres, mais ces deux conduits génitaux ne seraient pas homologues à ceux des Gastéropodes et des Lamellibranches pourvus d'orifices génitaux extérieurs. Leurs rapports avec la cavité génitale et leur conformation montrent en effet qu'ils constituent une paire distincte de néphridies et qu'ils sont par suite identiques à ceux des Céphalopodes.

Chez les Gastéropodes Rhipidoglosses, il y a deux reins distincts dont le droit est seul excréteur. La glande génitale n'a pas d'orifice extérieur propre; elle s'ouvre dans le conduit réno-péricardique droit ou dans le rein droit.

De la lecture de ces divers mémoires il résulte qu'il existe encore beaucoup d'obscurité au sujet des néphridies et de leurs rapports avec les glandes génitales, obscurité qui relève des modifications très nombreuses qu'on observe dans les différents groupes étudiés.

H. Beauregard,
Assistant au Muséum.

[1] Hans von Winiwarter : Note sur la glande annexe du tube digestif des Ascidies simples, in *Arch. de Biologie*, 1895, t. XIV, f. 2, p. 261.

[2] Bergh : *Zool. Centralbl.*, vol. III, n° 22.

[3] Edwin Goodrich : Nephridia and genital Ducts, in *Zool. Anzeiger.*, Bd. XIX, 1895, p. 494.

[1] Pelseneer : Les reins, les glandes génitales et leurs conduits dans les Mollusques, in *Zool. Anzeiger.*, Bd. XIX, 1896, p. 140.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Sturm (Dr Rudolf), *Professeur à l'Université de Breslau.* — Die Gebilde ersten und zweiten Grades in der Liniengeometrie in synthetischer Behandlung. *III Theil :* Die Strahlencomplexe zweiten Grades. (*Traité synthétique des figures du premier et du second degré dans la géométrie linéaire. IIIe Partie : Les complexes du second degré.*) — 1 *vol. in*-8° *de* XXIV-518 *pages.* (*Prix :* 22 *fr.* 50.) *Teubner, éditeur. Leipzig*, 1897.

On trouvera dans la *Revue* (année 1895, page 37) le compte rendu des deux premières parties de l'imposant ouvrage que M. Sturm consacre à la géométrie linéaire. Cela permettra d'être assez bref sur cette troisième partie, qui fait corps avec les précédentes. C'est toujours la même richesse de développements, de propositions, de renseignements bibliographiques, avec les mêmes soins pour mettre de l'ordre et de la clarté dans une matière touffue (table détaillée ; dictionnaire...). Est particulièrement intéressante la théorie du complexe harmonique (complexe de Battaglini). C'est le lieu d'une droite telle que (énoncé double par dualité)

les quatre points d'intersection avec deux quadriques	les quatre plants tangents menés à deux quadriques

forment un rapport harmonique.

Un cas particulier est constitué par le complexe de Painvin (lieu des arêtes des dièdres rectangles circonscrits à une quadrique), auquel se rattache la surface de l'onde de Fresnel.

Signalons aussi les procédés pour représenter le complexe du second degré dans un espace ponctuel ordinaire.

LÉON AUTONNE,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Lyon.

Guédon (Pierre), *Chef de Dépôt de la Traction mécanique à la Compagnie générale des Omnibus de Paris et* **Guédon** (Yves), *Ingénieur civil.* — Manuel pratique du Conducteur d'automobiles. — 1 *vol. in*-18 *de* 316 *pages avec* 152 *fig.* (*Prix :* 6 *fr.*) *J. Fritsch, éditeur*, 30, *rue du Dragon. Paris*, 1897.

L'ouvrage ne traite que des automobiles sur route ; cependant il dit quelques mots des tramways à gaz.

Dans la première partie, sont étudiés les tracteurs de Dion et Bouton, les voitures Serpollet, chauffées au coke ou au pétrole lampant (il est dit quelques mots des voitures de ce dernier système encore en construction), les tracteurs Le Blant, l'omnibus à vapeur Weidknecht, le train Scotte. Elle se termine par d'intéressantes considérations sur les avantages de la détente variable combinée avec l'emploi du système compound pour les moteurs des automobiles, et par le calcul de la puissance à donner à une machine pour qu'elle actionne, dans des conditions de vitesse et de profil données, une voiture d'un certain type.

La seconde partie est consacrée à l'étude des automobiles et tramways à gaz. Elle décrit la voiture de la *Gaz Traction C°* (qui exploite les brevets de l'ingénieur allemand Lührig), essayée par la Compagnie générale des Omnibus à Paris. MM. P. et Y. Guédon trouvent au moteur à gaz, sur les moteurs à vapeur, à air comprimé ou à accumulateurs, une certaine supériorité provenant de ce que tout le travail s'y fait dans le cylindre, au lieu de se partager entre divers organes (chaudières, moteurs à vapeur, compresseurs, dynamos). Ils croient cette supériorité capable d'assurer aux tramways à gaz quelque avenir, pour les lignes de faible parcours, établies isolément dans les localités déjà pourvues d'une usine à gaz ; pour de grands réseaux compacts, pouvant être desservis par une seule usine centrale, l'air comprimé et l'électricité seraient certainement plus économiques. Ils émettent une opinion, à notre avis beaucoup plus contestable, quand ils croient à la possibilité des fiacres à gaz ; nous ne pouvons oublier qu'un kilogramme d'air, logé dans un récipient capable de résister à la pression de 45 kilogrammes par cm², n'emmagasine que 1.597 kilogrammètres, alors qu'un kilogramme de pétrole permet de disposer pratiquement de 750.000 kilogrammètres. Nous croyons donc, avec M. Marcel Deprez, à l'inadmissibilité de l'air comprimé pour les automobiles ; et nous ne croyons pas davantage à celle du gaz d'éclairage que, du reste, la compression altère fort vite.

La troisième partie, réservée aux automobiles à essence de pétrole, débute par une description partielle du moteur Phénix, de MM. Panhard et Levassor, et étudie ensuite la voiturette Bollée, le tricycle de Dion-Bouton, les voitures Daniel Augé, Landry et Beyroux, Peugeot, Gauthier-Wehrlé, Léo, Mors, Benz (de la Maison Parisienne), l'avant-train moteur Prétot.

Dans la quatrième, nous trouvons les voitures électriques Darracq et Kriéger ; enfin, dans la cinquième, les accessoires : graisseurs, bandages, essieux, ressorts, freins..., et la reproduction des *Conseils aux voituristes*, tels que les a formulés M. Pierron, dans l'*Annuaire du Touring-Club de France*. Enfin, la partie réservée aux notes et additions donne une notice sur la prise des brevets en France et à l'Etranger, le tableau complet des essais de tramways automobiles tentés à Paris depuis 1840, et l'ordonnance du 14 août 1893 sur la circulation des automobiles dans Paris.

On voit que, sous son titre modeste de *Manuel pratique*, cet ouvrage ne reste pas étranger aux considérations théoriques intéressant l'automobilisme ; mais où il revêt un caractère hautement pratique, c'est dans les instructions dont il fait suivre les descriptions de la plupart des voitures, et dans lesquelles il étudie les conditions de bonne marche de leurs divers organes, les principales causes de non-fonctionnement et le moyen d'y remédier. A ce seul titre, son usage serait tout indiqué pour les chauffeurs.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Minet (Ad.), *Ingénieur-chimiste.* — Electrométallurgie. Voie humide et voie sèche. Phénomènes électrothermiques. — 1 *vol. in*-18 *de* 196 *pages avec* 27 *figures de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. H. Léauté.* (*Prix : broché*, 2 *fr.* 50 ; *cartonné*, 3 *fr.*) *Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris*, 1897.

Ce volume est le premier d'une série qui promet d'être fort intéressante dans ses quatre parties : 1° Théorie de l'Electrolyse ; 2° Electrochimie ; 3° Electrométallurgie ; 4° Fours électriques et leurs applications. En raison de l'importance des questions qui se rattachent actuellement à l'électrométallurgie et aux fours électriques, il était naturel que la troisième et la quatrième partie fussent publiées les premières.

Le fait que la troisième partie, consacrée à l'Électrométallurgie, ait paru avant les autres, obligeait l'auteur à rappeler d'abord les lois de l'électrolyse ; il l'a fait dans un résumé qui permet de lire ce volume indépendamment des autres.

La première partie est consacrée à l'électrométallurgie

par voie humide; elle comprend trois chapitres, dans chacun desquels les métaux sont réunis suivant les groupes adoptés en Chimie analytique. Dans la deuxième partie, M. Minet examine l'électrolyse par voie ignée, sur laquelle il a fait lui-même des travaux bien connus; il décrit la préparation de l'aluminium, du magnésium, des métaux alcalins et alcalino-terreux. Le dernier chapitre est relatif aux phénomènes électro-thermiques; c'est un rapide aperçu de ces phénomènes et de leurs applications; l'étude détaillée en sera faite dans le prochain volume consacré aux fours électriques.

P. Jannettaz,
Répétiteur à l'Ecole Centrale.

Boutroux (L.), *Professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Besançon.* — **Le Pain et la Panification.** — 1 *vol. in-16 de 358 pages avec 57 figures, de l'Encyclopédie de Chimie industrielle.* (*Prix, relié : 5 francs.*) *J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris,* 1897.

Le volume de M. Boutroux n'est pas seulement un résumé très clair des données pratiques et scientifiques concernant le pain et sa fabrication, c'est aussi, dans beaucoup de ses parties, une œuvre originale, riche en recherches personnelles sur différentes questions obscures ou controversées.

La fabrication du pain repose essentiellement sur la fermentation de la pâte. Or, les idées qui régnaient dans ces dernières années au sujet de ce phénomène étaient fort confuses. Après avoir tout d'abord admis comme évident que la fermentation panaire était l'œuvre d'une levure alcoolique, on n'avait pas réussi à démontrer le fait d'une manière positive, et plusieurs savants, notamment en Allemagne, en étaient venus à refuser à la levure le rôle principal pour l'attribuer à certaines bactéries. M. Boutroux, s'appuyant sur une série d'expériences concluantes, remet les choses en place. Il montre d'abord que la levure est toujours présente en abondance dans la pâte en fermentation : si l'on a pu soutenir le contraire, c'est parce que l'on s'en est rapporté seulement à l'examen microscopique et que cet examen, même avec l'aide des colorations, ne permet pas de retrouver facilement les globules de levure parmi les grains d'amidon bien plus nombreux. M. Boutroux plonge la pointe d'une aiguille stérilisée dans la pâte en fermentation et ensemence un moût avec cette aiguille : constamment le moût entre en fermentation. Il y a donc de la levure répandue dans toute la masse de la pâte. L'expérience serait plus probante encore si l'auteur avait eu recours à la méthode des cultures sur plaques qui lui eût permis, du même coup, de dénombrer les cellules de levure et d'en déterminer l'espèce.

Mais, pour que l'on puisse affirmer que la levure est bien l'agent de la fermentation panaire, il ne suffit pas qu'elle existe dans la pâte, il faut encore qu'elle s'y multiplie; or, l'on a prétendu que la levure apportée par le levain ne peut pas végéter dans les pâtons, parce que la proportion d'eau y est trop faible, qu'elle y meurt promptement et qu'en fait son rôle se borne à servir d'aliment azoté aux bactéries, qui seraient les véritables agents de la fermentation panaire. M. Boutroux fait justice de cette assertion. Avec de la farine stérilisée par la chaleur sèche et en s'entourant de toutes les précautions voulues, il prépare un pâton ensemencé avec une trace de levure seulement : ce pâton lève; on en prélève une parcelle pour ensemencer un autre pâton qui lève également et ainsi de suite indéfiniment. La levure se multiplie donc dans la pâte sans rien perdre de son activité. Examinant, au contraire, après les avoir isolées, les cinq ou six espèces de microbes qui dominent dans la farine et dans la pâte, M. Boutroux montre qu'aucune de ces espèces ne se comporte comme un véritable levain. Il y en a bien, dans le nombre, une ou deux, comme le *B. levans* de Wolfin, qui boursouflent la pâte par suite d'un dégagement gazeux, mais le résultat final diffère sensiblement de celui qui est obtenu avec la levure, et les gaz renferment de l'hydrogène, ce qui n'a jamais lieu dans la pratique industrielle. Au surplus, ces microbes ne peuvent ni se cultiver de pâte en pâte, ni rester longtemps actifs dans le même levain, parce que la pâte en fermentation acquiert promptement un degré d'acidité parfaitement supportable pour la levure mais non pour les bactéries qui exigent, comme on sait, un milieu neutre ou alcalin. Il faut donc en revenir aux vieilles idées et admettre, d'accord avec tous les boulangers, auxquels toute autre hypothèse paraîtrait au moins bizarre, que c'est bien la levure qui fait fermenter la pâte. Pour ceux qui douteraient encore, M. Boutroux complète sa démonstration par l'étude des résultats chimiques de la fermentation panaire. Il montre que l'élément azoté de la farine, le gluten, est à peine touché pendant cette fermentation, que l'amidon non plus n'est pas sensiblement attaqué et que c'est la partie soluble de la farine — sucre, albumine et sels — qui fait tous les frais de la nutrition de la levure. Comme produits, on trouve un peu de peptone provenant du gluten, de l'acide carbonique et de l'alcool. Si la présence de l'alcool a été controversée, c'est parce qu'il est exposé à disparaître sous l'action des microbes qui possèdent la propriété de l'acétifier ou même de le brûler complètement au fur et à mesure de sa formation. En résumé « *la fermentation panaire consiste essentiellement en une fermentation alcoolique, par levure, du sucre préexistant dans la farine* ». Quant aux bactéries, non seulement elles ne font pas lever le pain, mais elles nuisent parfois à sa qualité en dissolvant le gluten, ce qui a pour résultat de rendre le pain plus compact. Il se pourrait toutefois que, dans certains cas, un commencement de digestion du gluten par les bactéries, maintenu dans des limites convenables, donnât au pain une saveur recherchée par le consommateur.

Un autre problème très important et très délicat est celui de la coloration du pain bis. Mège-Mouriès avait déjà étudié cette question dans des travaux qui eurent un grand retentissement il y a une quarantaine d'années. Il était arrivé à cette conclusion, remarquable pour l'époque, que la coloration du pain bis était due à l'action d'une substance soluble contenue dans l'enveloppe du grain, la *céréaline*, et que cette action ne pouvait s'exercer qu'en présence de l'air; il avait proposé deux procédés de panification basés, l'un sur l'exclusion de l'air pendant le pétrissage, l'autre sur la coagulation préalable de la céréaline par l'eau salée, qui permettaient effectivement de faire du pain blanc avec de la farine de gruau et même avec de la farine de seigle et qui, cependant, n'ont pas passé dans la pratique. M. Boutroux confirme les résultats obtenus par Mège-Mouriès et montre que les caractères physiques du pain bis sont dus, en réalité, à l'action combinée de deux diastases distinctes, l'amylase et une diastase oxydante, de la classe des *oxydases* découvertes par M. Bertrand. C'est cette dernière qui produit la coloration brune du pain en oxydant certaines matières solubles du son pendant le pétrissage et le levage; tandis que l'amylase, en liquéfiant partiellement l'amidon, communique au pain bis sa consistance un peu colloïde.

Examinant ensuite les divers procédés de panification, M. Boutroux met en parallèle le pétrissage sur levure et le pétrissage sur levain. Chacune de ces deux méthodes a ses avantages et ses indications particulières; cependant la première, plus simple et plus économique, semble appelée à prendre une extension de plus en plus grande lorsque les boulangers, même dans les localités les plus reculées, pourront facilement se procurer une levure bien active. L'industrie s'efforce de satisfaire ce desideratum en préparant des levures sèches capables d'une longue conservation, et je signalerai à ce propos une innovation intéressante que M. Boutroux n'a pu mentionner, car elle est de date toute récente. Sur les indications du Dr Calmette, directeur de l'Institut Pasteur de Lille, la maison Collette a tenté de substituer à la levure une moisissure

douée d'un puissant pouvoir fermentescible, l'*Amylomyces Rouxii*, originaire de l'Indo-Chine, où elle est utilisée pour la fermentation alcoolique du riz. Le mycélium de cette moisissure, soumise à la culture en grand, est desséché et pulvérisé; sous cette forme, il conserve longtemps sa vitalité et, lorsqu'on l'introduit dans la pâte humide, il la fait lever comme le ferait la meilleure levure. Une autre solution, préconisée par M. Boutroux et surtout pratique pour les boulangeries importantes, serait que le boulanger fabriquât lui-même sa levure en la cultivant, dans un moût incolore, à l'aide d'un appareil très simple dont on peut aisément imaginer la disposition.

Il faut citer encore le chapitre relatif à la valeur nutritive du pain. Des expériences et des discussions assez confuses auxquelles le *pain complet* a servi de thème, on peut retenir ceci : le pain de farine entière est inférieur au pain blanc en ce que, jusqu'à présent, il n'a jamais été obtenu aussi léger et partant aussi facilement digestible que ce dernier. Mais si l'on admet dans la farine une petite proportion de substance empruntée à l'enveloppe, finement broyée, ainsi que cela peut s'obtenir particulièrement dans la mouture par meules, il est possible, par une panification bien conduite au point de vue de la légèreté, d'obtenir un pain réunissant en somme des qualités nutritives supérieures à celles du pain plus blanc que donne la farine parfaitement exempte de débris d'enveloppe.

L'excellent ouvrage de M. Boutroux est complété par quelques chapitres où se trouvent condensés une foule de renseignements pratiques sur la composition chimique des céréales, la mouture, le pétrissage mécanique, la cuisson du pain, les diverses variétés de pain étrangères, parmi lesquelles il en est deux : le *pain de germes* et l'*aerated bread*, que nous pourrions peut-être emprunter aux Anglais avec avantage et, enfin, les altérations spontanées et les sophistications du pain.

Ch. Répin,
Attaché à l'Institut Pasteur.

3° Sciences naturelles

Baldwin (James-Mark), *Professeur de Psychologie à l'Université de Princeton* (*Etats-Unis*). — **Mental Developpement in the Child and the Race. Methods and Processes.** — 1 *vol. in*-8° *de* 496 *pages avec* 17 *figures. MM. Macmillan et* Cie, *éditeurs*, 29 *Bedford Street. Londres*, 1897.

Pour M. Baldwin les divers processus de l'évolution psychique ne sont que des formes différenciées d'un même processus fondamental, de type circulaire, consistant en une série de réactions sensori-motrices, telles que le mouvement provoqué par l'action de l'excitant sur l'organisme ait pour résultat de déterminer une excitation nouvelle, analogue à la première, excitation qui engendrera à son tour un mouvement pareil à celui que la première excitation a causé. Comme, dans le domaine psychologique, le type le plus net de ces réactions est offert par les réactions imitatives, M. Baldwin donne au processus fondamental le nom de processus d'imitation. C'est à cette conception qu'il a recours, d'une part, pour édifier une théorie nouvelle du développement biologique et, d'autre part, pour expliquer la formation graduelle des diverses fonctions mentales. On peut considérer l'évolution mentale de l'enfance comme une « récapitulation » de l'évolution mentale de la race; il ne faut pas se figurer, cependant, que l'ontogénie reproduise fidèlement la phylogénie jusque dans ses détails; l'action constante des lois de l'habitude et de l'accommodation organique et la fixation des résultats obtenus, soit par la sélection naturelle seule, soit par la transmission héréditaire des caractères acquis, ont fait que certains stades manquent dans le développement de l'individu par où ses ancêtres ont dû nécessairement passer au cours de leur évolution. M. Baldwin a eu recours, pour étudier l'état des diverses fonctions intellectuelles et motrices de l'enfant, à un procédé nouveau, qui consiste à évaluer les variations des sensations au moyen des réactions motrices qu'elles déterminent immédiatement et par voie réflexe. Les réactions choisies ont été des mouvements de préhension de la main. M. Baldwin a étudié par cette méthode le sens des couleurs et cherché à déterminer l'origine de l'usage prédominant de la main droite qui résulte, d'après lui, de tendances congénitales et non d'habitudes acquises. Il a fait également, sur le développement du contrôle volontaire sur les mouvements de la main et du bras, une série de recherches expérimentales. M. Baldwin consacre tout un long chapitre à l'étude de la suggestion. Il appelle ainsi tout état de conscience qui, amené dans l'esprit du dehors et non par les processus normaux d'association, détermine ou tend à déterminer par sa seule présence une réaction motrice. Alors que la conscience de l'enfant ne contient pas encore d'images, il y a place déjà en elle pour des suggestions, c'est-à-dire, pour des excitations sensitives qui déterminent invariablement certaines réactions motrices acquises, accompagnées déjà d'un certain degré de conscience. Apparaissent ensuite les suggestions sensori-motrices proprement dites, où des sensations comprises, et non pas seulement confusément senties, constituent les incitations au mouvement. Viennent alors les suggestions de personnalité, c'est-à-dire les impressions qui amènent l'enfant à réagir d'une manière différente aux personnes et aux choses et les suggestions délibératives, première ébauche des volitions. L'enfant arrive ainsi jusqu'à la suggestion idéo-motrice vraie, où le mouvement est déterminé par une représentation clairement consciente; la suggestion imitative en est le meilleur type. Il faut remarquer que, parallèlement à cette série de suggestions dynamogéniques, il se constitue une série de suggestions inhibitrices dont la forme la plus nette est la sensation douloureuse.

Les excitations sensitives ou imaginatives aboutissent d'ordinaire à des mouvements qui, dans une expérience antérieure, ont été plus ou moins étroitement liés aux sensations provoquées par un stimulus identique, mais elles engendrent aussi des mouvements nouveaux; c'est à en expliquer la possibilité qu'est destinée la théorie du développement élaborée par M. Baldwin. On peut concevoir que certains organismes naissent aptes à des réactions du type circulaire ou imitatif. Cela sera avantageux s'ils réagissent le plus aisément à des stimuli dont l'action leur est avantageuse, et ceux-là seuls survivront qui pourront se maintenir en contact intime et continu avec des excitations utiles au maintien et à l'accroissement de la vie. Mais, si ce mécanisme était le seul qui fonctionnât, tout changement notable d'un milieu devrait amener la destruction de tous les êtres vivants, à l'exception de ceux que des variations accidentelles auraient adaptés par avance aux conditions nouvelles. Cela nous conduit à affirmer l'existence d'un processus biologique corrélatif de la conscience hédonique. Seules les réactions agréables seront maintenues, les réactions douloureuses étant graduellement inhibées. Parmi les organismes, ceux-là seuls ont survécu qui répondent par des mouvements expansifs à l'action de certains stimuli, tels que les aliments, l'oxygène, etc. Ces mouvements expansifs qui mettent l'organisme en plus direct contact avec le stimulus, déterminent cette excitation plus intense des centres, base organique de la conscience hédonique, et qui provoque à son tour des mouvements abondants et variés, parmi lesquels les mouvements d'adaption ontogénique de l'organisme individuel sont séligés. C'est ainsi que se produit l'accommodation et que graduellement elle se transforme en habitude.

M. Baldwin établit une distinction formelle entre les émotions instinctives et celles qu'il appelle « idéales ». Pour les premières, il accepte la théorie qu'en donnent Lange, James et Sergi; pour les secondes, l'idée pour lui est, par elle-même, une cause d'émotion en raison

de l'action inhibitrice ou dynamogénique qu'elle exerce. Mais la plupart des états émotionnels sont complexes, et, dans ce cas, la qualité de l'émotion résulte de la conscience des sensations provoquées par des adaptations motrices immédiates ou instinctives, et sa valeur hédonique, d'un accroissement ou d'une diminution de vitalité qui se traduit au dehors par des mouvements d'expansion ou des mouvements inverses. En raison des lois de l'habitude, les décharges motrices tendent à se faire par les voies par lesquelles elles se font le plus souvent, et cela a pour résultat, que les excitations nouvelles s'assimilent aux excitations anciennes et arrivent, bien qu'étant en elles-mêmes différentes, à être senties comme analogues parce qu'elles causent les effets moteurs semblables. On a encore ici, dans les réactions qui s'exercent entre les émotions et leurs mouvements d'expression, un exemple de réaction circulaire ou imitative. M. Baldwin, après avoir rapidement étudié la réaction imitative ou circulaire dans ses formes inférieures et à demi conscientes, examine le rôle joué par l'imitation consciente dans le développement de la vie mentale : l'assimilation, la reconnaissance, l'association des idées, résultent pour lui d'adaptations motrices analogues à celles dont nous avons indiqué le rôle dans l'expression des émotions. C'est par ce même processus d'unification des décharges et des ajustements moteurs, que M. Baldwin rend compte de la formation des concepts généraux et des principes logiques. La volonté, d'après M. Baldwin, se manifeste tout d'abord chez l'enfant par ses efforts persistants pour imiter soit un modèle extérieur soit un modèle intérieur, une image. Les trois éléments essentiels de tout processus volitionnel, le désir, la délibération et l'effort, se retrouvent dans l'imitation persistante, et c'est par cette imitation que nous faisons l'apprentissage de la volonté, ce qui n'est point autre chose, en réalité, que l'apprentissage de l'attention. Cette fonction correspond à la coordination habituelle des processus intensifiés de décharges motrices.

Le livre de M. Baldwin est la plus importante contribution à la psychologie génétique, depuis les grands ouvrages d'Herbert Spencer et de Romanes. Mais il faut reconnaître que sa théorie du développement n'est pas la légitime généralisation des lois partielles que lui ont permis de formuler ses observations sur l'évolution mentale de l'enfant. Elles reposent tout entières sur l'hypothèse d'une conscience hédonique élémentaire, antérieure à la conscience sensitive, et c'est une hypothèse qui ne semble pas correspondre à une réalité psychologique. Il y a, dans la théorie motrice de l'assimilation et de la formation des concepts généraux, une large part de vérité, mais, là encore, l'esprit de système tient trop de place. M. Baldwin a fait faire à la théorie de l'attention un réel progrès, en mettant en lumière plus clairement que personne l'interdépendance, dans son établissement, des excitations sensitives et des adaptations motrices ; mais il lui a assigné une fonction sélective qui ne lui appartient pas et il a établi entre elle et l'émotion d'inacceptables confusions.

L. Marillier,
Agrégé de l'Université.

4° Sciences médicales

Gauchas (Dr). — **Deux ans de fonctionnement d'une crèche. Etude d'Hygiène infantile** — *1 vol. in-8° de 58 pages, avec 8 diagrammes. Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1897.

De toutes les questions d'Hygiène, il n'en est guère de plus attendrissantes que celles qui ont l'enfance, la petite enfance pour objet. Elles intéressent tout le monde ; et les médecins, en s'en préoccupant, exhaussent leur rôle social.

Une crèche, ce doit être idéalement un lieu où le pauvre, pendant qu'il travaille pour vivre, puisse mettre son enfant à l'abri, soumis à un régime alimentaire surveillé et à des soins méticuleux, et où le riche puise l'instruction suffisante pour élever convenablement le sien. Dans l'intérêt de tous, les travaux médicaux sur les crèches demandent à être conduits avec le plus grand soin. Or, nous avons aujourd'hui la bonne fortune de trouver un travail de haute conscience dans l'étude d'hygiène infantile publiée par le Dr Gauchas sous le titre : « Deux ans de fonctionnement d'une crèche. »

On sait le souci qu'on prend actuellement de l'alimentation du premier âge. Tout récemment encore, nos lecteurs ont trouvé ici même un travail de M. H. de Rothschild sur les laits maternisés, où des points importants de cette question étaient exposés. L'étude de M. Gauchas nous enseigne sa manière de procéder à la crèche dont il a la direction et ses préférences. Il emploie le lait stérilisé *immédiatement après* son arrivée à la crèche. Il rejette et à juste raison le lait *stérilisé conservé*. Cette méthode permet d'utiliser du lait provenant d'une traite récente et de ne préparer précisément que la quantité de lait nécessaire à un repas. Les appareils Soxhlet, Gentile ou analogues, préconisés par MM. Budin et Chavanne, sont ceux qui conviennent le mieux.

Le lait des nourrissons doit-il être coupé ou utilisé pur ? Sans entrer dans le détail de cette discussion, où les avis sont partagés, M. Gauchas, évitant d'ailleurs d'adopter une règle trop absolue, conseille le coupage du lait pour les enfants des crèches jusqu'au sixième mois. Suivant sa pratique, les trois premiers mois, le lait est coupé au 1/3 ; les trois mois suivants au 1/4 ; le sixième mois il est donné pur. Il faut tenir grand compte de la capacité digestive individuelle de chaque nourrisson. Pour éviter les fautes alimentaires, où tombent si facilement les familles quand l'enfant n'est plus surveillé, la crèche distribue aux mères, quand elles viennent le soir reprendre leurs enfants, deux ou trois flacons de lait stérilisé. Cette méthode est excellente, et le léger surcroît de dépenses que cette distribution de lait nécessite est largement compensé par la diminution des troubles intestinaux chez les enfants.

Les soins donnés aux nourrissons, les détails de leur toilette, de leur habillement, le ménage intérieur de la crèche ont été l'objet d'une surveillance rigoureuse de la part du Dr Gauchas. Non content de soigner les enfants durant leur séjour à la crèche, il s'attache à démontrer aux mères l'utilité de ces soins, leur caractère indispensable de minutie. Aussi, dans toute l'étendue de son travail, revient-il à chaque instant, avec une insistance toute particulière, sur le rôle éducateur des mères. Il montre que, sans leur concours, il n'y a rien à espérer, aucun résultat à obtenir, que tous les efforts faits pendant le jour à la crèche sont rendus vains si les mêmes soins n'entourent pas le nourrisson sous le toit maternel. C'est là d'ailleurs le défaut capital des crèches.

Il importerait de pouvoir reproduire littéralement les conseils de M Gauchas. Dans la question de l'élevage des nourrissons le moindre fait a une importance considérable ; l'oubli d'une des précautions employées risque de compromettre la santé de l'enfant. A la crèche surtout, il faut compter avec l'état antérieur du petit, avec ses antécédents héréditaires souvent chargés de tuberculose ou d'alcoolisme, quelquefois des deux à la fois.

Des tableaux statistiques, des graphiques sont joints à ce travail. Ils affirment la fréquence des troubles digestifs dus aux fautes de régime. Il y a une disproportion énorme entre ceux-ci et toutes les autres maladies qui assaillent l'enfant. Quand, par la stricte observation d'une règle, — toute simple, et qui est affaire d'habitude, — on peut faire baisser la mortalité infantile de 15 % à 5 %, c'est la peine d'exercer toute sa patience à la faire comprendre aux intéressés. Nous devons féliciter M. Gauchas de persévérer dans cette voie, et le remercier d'avoir fait œuvre de suprême utilité.

Dr A. Létienne.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

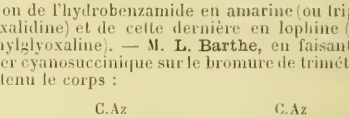
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 19 Juillet 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Leveau** communique de nouvelles éphémérides de la comète périodique de d'Arrest. — M. **Loewy** présente un mémoire de M. **D. Eginitis** sur le climat d'Athènes; l'auteur a constaté et expliqué une double oscillation dans l'humidité de l'air. — M. **Folie** adresse un mémoire intitulé : Théorie élémentaire du mouvement de rotation de l'écorce terrestre. — M. **Hadamard** présente une note sur les lignes géodésiques des surfaces à courbures opposées. — M. **P. Painlevé** indique que les intégrales quadratiques, signalées dans une récente note de M. Staeckel, figuraient dans son mémoire (encore inédit) couronné par l'Académie en 1894. — M. **Jules Beudon** étend la méthode de Cauchy à l'intégration des systèmes d'équation aux dérivées partielles du premier ordre à plusieurs fonctions inconnues. — M. **Eug. Cosserat** s'est proposé de déterminer les formules les plus générales qui représentent une surface rapportée à ses lignes de longueur nulle. — M. **J. Boussinesq** étudie les conditions de l'établissement du régime uniforme dans un tuyau à section rectangulaire large. — M. **L. Lecornu** indique une nouvelle méthode simple et pratique pour la détermination du tracé des engrenages.

2° Sciences physiques. — M. **A. Blondel** considère comme définitivement établi, par ses dernières mesures, que l'arc électrique, considéré à un régime donné de courant et de voltage, se comporte sensiblement comme une *résistance* et ne présente pas de force contre-électromotrice comparable à la différence de potentiel observée; il n'est donc pas dû à un phénomène d'électrolyse. — M. **E. Villari** a constaté que l'air traversé par les rayons X et insufflé contre l'extrémité d'un fil électrisé perd complètement la propriété de décharger ensuite un électroscope ayant une charge de même signe que celle du fil; il conserve, au contraire, l'aptitude à décharger un électroscope ayant une charge de signe contraire à celle du fil. — M. **G. Sagnac** croit que les gaz traversés par les rayons X acquièrent un état de *luminescence* particulier auquel on doit rattacher la conductibilité électrique spéciale qu'ils présentent. — M. **Radiguet** a soumis à la radiographie un certain nombre d'objets en métal et a obtenu le dessin des organes internes : le pène d'une serrure, les rouages d'une montre. — M. **A. de Gramont** a observé le spectre du carbone de deux façons : 1° en soumettant les carbonates fondus à l'action de l'étincelle très condensée soit dans l'air, soit dans un courant d'hydrogène; 2° en soumettant le graphite à la même étincelle. Dans le premier cas, on obtient un spectre de lignes; dans le second, un spectre de lignes et de bandes entremêlées. — MM. **Ad. Carnot** et **Goutal** ont cherché à déterminer, par l'analyse chimique, l'état dans lequel se trouvent les éléments autres que le carbone dans les fontes et aciers. Le silicium est généralement à l'état de composé FeSi; le soufre à l'état de MnS et quelquefois d'un peu de FeS; le phosphore à l'état de composé Fe^3Ph; l'arsenic paraît simplement dissous. — M. **Paul Sabatier**, en faisant réagir une molécule d'oxyde d'argent sur une molécule de nitrate de cuivre, a obtenu un nitrate basique mixte de cuivre et d'argent : $3CuO, 2AgAzO^3, 3H^2O$. Avec un excès de nitrate de cuivre, on obtient le composé $3Cu(OH)^2, Cu(AzO^3)^2$. — M. **Marcel Delépine** a étudié au point de vue thermochimique la transformation de l'hydrobenzamide en amarine (ou triphénylglyoxalidine) et de cette dernière en lophine (ou triphénylglyoxaline). — M. **L. Barthe**, en faisant réagir l'éther cyanosuccinique sur le bromure de triméthylène, a obtenu le corps :



M. **J. Moitessier** décrit les combinaisons cristallisées qu'il a obtenues en faisant réagir la phénylhydrazine sur les azotates métalliques. — M. **E. Léger** a étudié l'aloïne retirée de l'aloès des Barbades ou barbaloïne. Elle possède la formule $C^{16}H^{18}O^7$ et cristallise avec une ou trois molécules d'eau; elle fournit des dérivés acétylés.

3° Sciences naturelles. — M. **D. Gourfein** a constaté qu'on peut extraire, des organes, des tissus et du sang des animaux décapsulés, une substance toxique soluble dans l'alcool et résistant à la chaleur; injectée à des animaux sains, cette substance provoque des symptômes constants, rappelant ceux qu'on observe chez les animaux décapsulés. Elle amène la mort dans un délai très bref, en agissant probablement sur le système nerveux central. — M. **L. Cuénot** pense que l'épuration nucléaire, chez les Grégarines, peut s'expliquer ainsi : Le macronucléus ayant présidé à l'énorme accroissement de la Grégarine, sa participation au travail cytoplastique l'a modifié et usé; au contraire, le micronucléus est resté un plasma germinatif vierge et non altéré, et il peut se diviser pour donner naissance à de nouveaux noyaux. — M. **Julien Ray** étudie les variations des Champignons inférieurs sous l'influence du milieu. Après avoir produit un certain nombre de formes de transition, les individus finissent par s'adapter au milieu et prennent une forme stable. — M. **Edmond Gain** a constaté que les graines de Légumineuses envahies par les Bruches subissent, par le fait de ce parasitisme, une grande dépréciation due aux causes suivantes : 1° destruction d'une partie des réserves; 2° mutilations très considérables; 3° exosmose très importante de produits nutritifs solubles; 4° action biologique et mécanique du parasite.

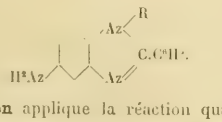
Séance du 26 Juillet 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **C. Wolff** est parvenu à retrouver la longueur oubliée de la toise de Picard, d'après la hauteur du gnomon de l'Observatoire mesurée simultanément avec une toise de Picard et une toise de Cassini. Il montre que :

une toise de Picard = une toise de Cassini $(1 - 0{,}0011362)$.

La longueur du pendule de Picard était de $0^m{,}9927$. — M. **Emile Picard** présente le tome Ier d'un ouvrage sur la Théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes, rédigé en collaboration avec M. **Simart**. — M. **Em. Cotton** donne la solution du problème suivant : Reconnaître s'il est possible d'effectuer une représentation conforme d'une variété à trois dimensions sur une autre, dans le cas où l'une des variétés est l'espace euclidien ordinaire. — M. **J. Boussinesq** étudie l'établissement du régime uniforme dans un tuyau à section circulaire. Il montre qu'un parcours d'environ 30 diamètres, après l'épanouissement des filets fluides consécutif à la contraction de l'entrée, suffira pour établir ce régime.

2° Sciences physiques. — Sir **G.-G. Stokes** propose une autre explication d'un résultat expérimental attribué par M. de Metz à une déviation magnétique des rayons X. Il y a eu induction du premier tube sur le contenu du second tube et production dans ce dernier non de rayons X, mais d'une nouvelle décharge cathodique. — M. **R. Dongier** a mesuré la dispersion rotatoire naturelle du quartz dans l'infra-rouge par un nouveau procédé. Les deux images séparées provenant du dédoublement opéré par un analyseur sont reçues par les deux moitiés de la pile thermo-électrique; la différence galvanométrique est proportionnelle à la différence des intensités d'une même radiation dans les deux spectres. — M. **G. Sagnac** montre que les différents métaux exercent sur les rayons X une absorption élective; en même temps, la couche superficielle du métal émet de nouveaux rayons bien plus difficilement transmis que les rayons X; cette luminescence des métaux fournira toute une série nouvelle de radiations. — M. **P. Villard** conclut que le voile photographique qui se présente sur beaucoup de radiographies n'est pas dû à des rayons ayant traversé tous les obstacles, mais à une sorte de fluorescence de l'air ambiant ou de l'eau. — M. **Ch.-Ed. Guillaume** a mesuré la dilatation des aciers au nickel réversibles; la dilatation, régulière jusqu'à une température comprise dans la région de transformation magnétique, augmente ensuite rapidement jusqu'à une deuxième température au-dessus de laquelle elle redevient à peu près constante. La résistance varie régulièrement avec la température même pendant la transformation magnétique. — M. **A. de Gramont** communique les longueurs d'onde des raies formant le spectre de lignes du carbone, tel qu'on le reconnaît dans les carbonates fondus. — MM. **Ad. Carnot** et **Goutal** ont constaté que le manganèse, le cuivre, le nickel et le titane paraissent se trouver simplement dissous dans les aciers; le manganèse peut, d'ailleurs, être en partie à l'état de sulfure ou de siliciure dans les fontes. Le chrôme forme des composés complexes avec le fer et le carbone; le tungstène et le molybdène forment des composés définis Fe^3Tu et Fe^3Mo^2. — MM. **A. Haller** et **A. Guyot** ont obtenu le vert phtalique en faisant réagir du tétrachlorure de phtalyle, dissous dans du sulfure de carbone, sur une solution de diméthylaniline et de chlorure d'aluminium dans ce même sulfure. Les auteurs ont préparé ensuite les sels et la leucobase du vert phtalique. — M. **Paul Dutoit** et Mlle **E. Aston** montrent, par de nombreuses expériences, qu'il y a une relation entre la polymérisation du dissolvant et la dissociation électrolytique, de telle sorte que cette dernière ne peut se produire que lorsqu'on emploie des dissolvants polymérisés. — M. **Fernand Muttelet** a préparé une nouvelle classe d'amidines de formule générale :



M. **Chavastelon** applique la réaction quantitative

$$C^2H^2 + 3\,AzO^3Ag = C^2Ag^2.AzO^3Ag + 2\,AzO^3H$$

au dosage de l'acétylène. Il se sert de l'eudiomètre à absorption de M. Raoult et dose l'acide nitrique à la fin de l'opération. Le procédé est applicable aux carbures de la forme $R-C\equiv C-H$. — M. **L. Lindet** montre que, dans l'analyse des phosphates minéraux, après précipitation de l'acide phosphorique en présence d'acide citrique, on peut facilement détruire l'acide citrique par oxydation par l'acide nitrique en présence d'un sel de manganèse ou de vanadium; on dose ensuite facilement le fer, l'aluminine et la chaux. — M. **P.-P. Dehérain** a analysé les eaux de drainage des cases de végétation de Grignon et conclut : Dans les terres en jachères, privées d'engrais, les quantités d'azote nitrifié s'élèvent, pendant les années humides, à 200 kilos par hectare. Les terres emblavées n'élaborent qu'une quantité de nitrates beaucoup moindre, car l'évaporation formidable des plantes herbacées dessèche le sol trop complètement pour que l'humidité restante suffise à l'entretien d'une nitrification énergique. Il faut donc irriguer abondamment le sol pour provoquer une forte production de nitrates. — M. **J. Laborde** a fait barboter de l'air dans des vins cassables et a constaté une absorption d'oxygène et un dégagement d'acide carbonique. Lorsque les vins sont traités par l'acide sulfureux, la matière colorante ne se précipite plus, mais l'absorption d'oxygène et la production d'acide carbonique sont aussi considérables que précédemment.

3° Sciences naturelles. — M. **S. Arloing** démontre que la sueur de l'homme sain est toxique; injectée dans le sang, elle entraîne la mort du chien et du lapin dans un délai de vingt-quatre à soixante-douze heures. Après l'injection, la pression artérielle s'élève légèrement, puis s'abaisse considérablement; le pouls augmente de fréquence. — M. **Berthelot** rappelle un texte ancien qui indique que la sueur du cheval peut servir à empoisonner les flèches. — M. **L. Lecercle** montre que, chez les animaux exposés aux rayons X, la température cutanée, de même que la température rectale, s'abaisse d'abord pour se relever ensuite au delà de la normale. — M. **G. Apostoli** a constaté que le courant ondulatoire peut rendre des services en thérapeutique gynécologique; c'est, par excellence, le médicament de la douleur. — M. **A. Charrin** a observé un certain nombre d'enfants issus de mères atteintes, pendant la grossesse, de différentes infections. L'hérédité directe est rare (la syphilis mise à part). Mais ces rejetons présentent toujours un poids moindre que les enfants issus de mères saines; ils sont plus souvent difformes; la toxicité de leurs urines est plus grande. — M. **H. Beauregard** a trouvé dans l'ambre gris (qui n'est autre chose qu'un calcul rectal du Cachalot) un microbe, très semblable au bacille du choléra asiatique, et qu'il nomme *Spirillum recti Physeteris*. Ce microbe peut vivre dans l'ambre pendant plusieurs années; c'est probablement lui qui détruit les matières stercorales qui se trouvent primitivement dans le calcul et permet ainsi à l'ambre de manifester le parfum particulier qui le caractérise. — MM. **L. Camus** et **E. Gley** ont constaté que la présure peut encore coaguler le lait à 0° si l'on ajoute 3 à 4 gouttes d'une solution faible d'un acide. D'autre part, la présure, si elle a été préalablement desséchée, peut être portée impunément à 100° sans perdre son activité. — M. **J. Pérez** décrit une nouvelle forme de l'appareil buccal chez les Hyménoptères; la languette est très courte; les palpes labiaux, extrêmement développés, jouent le principal rôle dans l'absorption. — M. **Louis Léger** a découvert, dans les larves des Simulies, une nouvelle myxosporidie qu'il appelle *Glugea varians*. Elle habite exclusivement dans la cavité générale et se présente tantôt sous forme de kystes avec un nombre indéterminé de macrospores, tantôt sous l'état de kystes renfermant seulement huit microspores. — M. **A. Vaffier** a étudié le terrain carbonifère des environs de Mâcon; il renferme une flore riche en empreintes bien conservées. — M. **A. Lacroix** a étudié la marcasite de la mine de Pontpéan et a observé des groupements réguliers de marcasite, de pyrite et de galène constituant des pseudomorphoses de pyrrhotine.

Séance du 2 Août 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **Ch. André** transmet les observations de l'occultation du groupe des Pléiades par la Lune, faites à l'Observatoire de Lyon le 23 juillet 1897. — M. **A. Pellet** communique ses recherches sur les surfaces isothermiques.

2° Sciences physiques. — M. **Marcel Brillouin** décrit un appareil léger pour la détermination rapide de l'intensité de la pesanteur. Il se compose d'un pendule invariable battant le quart de seconde et d'un chronomètre à éclairs. — M. **L. Marchis** étudie les déformations

permanentes du verre et donne les lois du déplacement du zéro des thermomètres qui en résultent. — MM. A. Leduc et P. Sacerdote ont déterminé la compressibilité des gaz au voisinage de la pression atmosphérique. Les résultats obtenus les ont conduits, par l'emploi d'une formule précédemment indiquée, à donner aux pressions critiques de certains corps des valeurs un peu différentes de celles qu'on leur attribue généralement. — M. Berthelot étudie les conditions de la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène sous l'influence de causes perturbatrices, capables d'amorcer la combinaison. En présence de baryte anhydre, la combinaison commence à s'effectuer à 250°; il se forme de l'eau, mais une partie de l'oxygène donne du bioxyde de baryum; vers 280°, l'hydrogène restant réagit sur le bioxyde pour donner de l'eau et il reste de l'oxyde simple. En présence de potasse, il y a également formation d'eau, puis de peroxydes alcalins et de manganate alcalin (aux dépens du manganèse du verre); puis, à une température plus haute, l'hydrogène réduit les peroxydes et le manganate pour former de l'eau. — M. H. Moissan a essayé la méthode indiquée par M. Ballaud pour le dosage rapide des impuretés de l'aluminium. Il l'a trouvée très imparfaite et pense qu'il vaut mieux recourir à une méthode plus longue et plus compliquée pour obtenir des résultats exacts. — M. A. Leduc a déterminé à nouveau les poids atomiques de l'azote, du chlore et de l'argent. En prenant comme base O = 16, il a obtenu : Az = 14,005; H = 1,0076; Cl = 35,470; Ag = 107,916. — M. Paul Sabatier a effectué un grand nombre de déterminations thermochimiques relatives aux composés cuivriques; la formation des sels basiques à partir des sels cristallisés et de l'oxyde solide donne lieu à des dégagements de chaleur fort importants. — M. A. Collet a préparé de nouvelles cétones bromées par l'application aux chlorures d'acides bromés de la méthode de synthèse au chlorure d'aluminium de MM. Friedel et Crafts. — MM. A. Haller et A. Guyot ont préparé le tétraméthyldiamidodiphényldianthranoltétraméthylédiamidé symétrique par condensation de l'acide tétraméthyldiamidodiphénylméthane-ortho-carbonique au sein de la diméthylaniline en présence d'oxychlorure de phosphore. — MM. Ch. Gassmann et Henri George ont constaté que tous les phénols et naphtols qui, par copulation avec les diazos, fournissent des orthooxyazoïques, copulent en solution neutre et acide aussi bien qu'à l'état de sels alcalins. Dans l'industrie, on pourra donc avantageusement remplacer le sel R par une solution de β-naphtol dans l'acétine comme réactif des diazoïques. — M. Jean Effront a obtenu, par l'action des acides sur la caroubine, un nouveau sucre, la *caroubinose*, de formule $C^6H^{12}O^6$. Son pouvoir rotatoire, le point de fusion et la forme cristalline de ses combinaisons avec la phénylhydrazine le caractérisent parfaitement. — M. G. Guérin, ayant fait macérer de la sciure de bois dans de l'eau contenant 1 % de KOH, a retiré un produit coloré en brun et renfermant une notable proportion de manganèse, de phosphore et de soufre. — M. E. Gley a recherché si l'iode se trouve dans les glandules parathyroïdes et a constaté, d'après la méthode de Baumann, qu'il s'y rencontre en plus forte proportion que dans la glande. — M. P.-P. Dehérain a observé des terres placées dans des cases et remuées et arrosées souvent; les progrès de la nitrification y ont été rapides, mais la quantité d'azote organique a beaucoup moins diminué que ne s'est accru l'azote des nitrates, de telle sorte que l'azote total a augmenté dans de fortes proportions. Cette augmentation est due à la fixation directe de l'azote de l'air par les microbes. — M. L. Davy a trouvé dans la Loire-Inférieure les restes d'une exploitation de minerais d'étain, entreprise par les Gaulois et abandonnée lors de la conquête romaine; on voit encore le minerai en place dans une carrière.

3° Sciences naturelles. — M. S. Arloing décrit les modifications que provoque l'intoxication par la sueur de l'homme sain dans la respiration, la température du corps, la moelle épinière, le sang, l'urine. — MM. L. Guinard et L. Tixier indiquent les troubles fonctionnels réflexes d'origine péritonéale (état de shock qu'ils ont observés pendant l'éviscération d'animaux profondément anesthésiés. Ils concluent que, chez les individus dont le péritoine n'est pas enflammé et dont le cœur est sain, l'éviscération peut être exécutée sans danger; dans les cas contraires, elle est dangereuse par l'acuité des réflexes qu'elle provoque. — M. A. Moutier, en augmentant la tension des courants de haute fréquence à l'aide d'un résonateur, a observé une élévation rapide et considérable de la tension artérielle chez l'homme. — M. J. Bergonié a amélioré le tic douloureux de la face par l'emploi percutané du courant continu avec de très hautes intensités et une longue durée. — M. D.-A. d'Hardivillier établit que les poumons des Mammifères sont originellement symétriques et possèdent une épartérielle de chaque côté. Les bronches épartérielles sont des bronches collatérales primaires du tronc bronchique ayant une valeur toute particulière. — Mlle Sophie Pereyaslawzewa a étudié les premiers stades du développement des Pedipalpes chez trois espèces de *Phrynes : Tarantula palmata, Phrynus medius* et *Phrynisous bacillifer*. — M. L. Bordas décrit le système nerveux sympathique des Orthoptères; ses observations ont porté sur vingt-cinq espèces, appartenant aux familles des *Phasmidæ, Blattidæ, Mantidæ, Acrididæ, Locustidæ* et *Gryllidæ*. — MM. F. Mesnil et Em. Marchoux ont découvert, dans la cavité du corps d'un Crustacé chadocère, un Sporozoaire nouveau : le *Cœlosporidium chydoricola*, qui se rattache aux Sarcosporidies et présente également des affinités avec les *Amœbidium*. — M. J. Cantacuzène a observé, chez quelques Annélides marines, des organes phagocytaires qui sont : les amœbocytes, les cellules endothéliales du cœlome et les cellules néphridiales. — M. Louis Léger a fait absorber à de jeunes scolopendres des kystes mûrs d'*Adelea* : ceux-ci ont d'abord donné naissance à des sporozoïtes éimériens, puis à de jeunes individus d'*Adelea*; ces expériences montrent l'unité spécifique des *Eimeria* et des *Adelea*. — M. Paul Grélot montre que, par suite de la forme spéciale des carpelles et de l'élargissement considérable du réceptacle, certains faisceaux du gynécée, dans la fleur, n'ont plus aucune relation soit entre eux, soit avec des cycles inférieurs. — M. L. de Launay a constaté que les roches diamantifères du Cap font toutes partie d'un même groupe pétrographique; elles constituent les venues successives d'un même magma fluide interne dont elles représentent des termes de basicité croissante avec le temps.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 20 Juillet 1897.

M. Bertrand signale quelques cas d'abcès du foie dont l'origine primitive a été une fièvre typhoïde survenue plusieurs années auparavant. — M. G.-M. Debove décrit une maladie particulière, l'ostéoporose progressive, dans laquelle les os, quoique très déformés, ne sont pas ramollis; les déformations intéressent surtout le thorax et la colonne vertébrale; elles s'accompagnent de douleurs vives. — M. E. Nocard a fait de nombreuses expériences sur le traitement du tétanos chez le cheval. Il injectait d'abord aux chevaux la toxine tétanique, puis le sérum antitétanique; lorsque l'injection du sérum a été faite après l'apparition des symptômes du tétanos ou même vingt-quatre heures avant cette apparition, le sérum n'a aucun effet et l'animal meurt. L'animal ne se guérit que si l'injection de sérum a été faite au moins quarante-huit heures avant l'apparition des symptômes. — M. X. Delore montre que les thromboses placentaires sous-choriales jouent un rôle de préservation fœtale contre les microbes qui se trouvent constamment dans le placenta. — MM. L. Monfet et Carron de la Carrière présentent un travail intitulé : « Étude sur l'urine normale de l'enfant. »

Séance du 27 Juillet 1897.

L'Académie procède à l'élection de deux correspondants étrangers dans la division de Médecine. M. **Benedikt** (de Vienne) et M. **J. de Mierzejwsky** (de Saint-Pétersbourg) sont élus.

M. **François-Franck** présente le rapport sur le concours du prix Pourat. — M. **François-Franck** analyse un travail du Dr **Carrière** relatif à la pathogénie de la mort par le froid; l'auteur pense qu'il se produit une véritable auto-intoxication par suite de l'accumulation des produits toxiques non éliminés. — M. **E. Nocard** donne les résultats de l'administration préventive de sérum antitétanique à 2.727 animaux (chevaux, ânes, mulets, taureaux, béliers, agneaux, porcs) ayant subi des opérations diverses (castration principalement). Aucun de ces animaux n'a pris le tétanos. — M. **A. Poncet** signale de nouveaux cas de goître exophtalmique traités par la section ou la résection du sympathique cervical; il y a eu de véritables guérisons là où la thyroïdectomie ou l'exothyropexie n'avaient rien donné. — M. le Dr **Delagenière** lit un mémoire sur un cas de gastroplastie sans ouverture de l'estomac.

Séance du 3 Août 1897.

M. le Président annonce le décès de M. **Gros**, correspondant national. — M. **Péan** pense que l'exothyropexie, ainsi que la section du sympathique cervical, n'ont pas encore donné un assez grand nombre de guérisons dans le traitement du goître exophtalmique, pour qu'elles puissent être opposées avantageusement à la thyroïdectomie. — M. **Le Roy de Méricourt** fait un rapport sur un mémoire du Dr **F. Burot**, relatif aux navires-hôpitaux dans les expéditions coloniales. L'auteur s'est surtout étendu sur les services rendus par le *Shamrok* pendant l'expédition de Madagascar. — M. **J. Lucas-Championnière** indique les conditions de solidité des résultats de l'opération de la cure radicale de la hernie; il donne la technique du procédé qu'il a employé depuis vingt ans sur 655 malades et qui lui a procuré les meilleurs résultats. Il pense que la méthode de M. Lannelongue est sans valeur parce qu'elle n'intéresse que les parties superficielles et qu'en outre elle n'est pas exempte de dangers.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 10 Juillet 1897.

MM. **Charrin** et **Desgrez** ont constaté que les animaux vaccinés contre le bacille pyocyanique éliminent moins d'urée que des animaux témoins. L'immunisation produit donc un ralentissement des oxydations de l'organisme. — MM. **de Nittis** et **Charrin** ont rendu expérimentalement pathogène, par passage à travers différents organismes animaux, le *Bacillus subtilis;* ils sont même parvenus à vacciner contre ce microbe. — MM. **E. Rabaud** et **J. de Nittis** ont constaté la dégénérescence vitreuse du cœur chez deux lapins ayant reçu des injections de *Proteus vulgaris.* — MM. **Jean Roux** et **Balthazard** ont rendu l'estomac d'un chien opaque aux rayons X par l'addition d'un sel de bismuth aux aliments. Ils ont constaté que l'estomac se divise en deux poches, l'une où s'accumulent les aliments, l'autre où les contractions péristaltiques sont très intenses. — M. **Dejerine** signale un cas de syringomyélie dans laquelle toute la substance grise, sauf une petite portion, était détruite; le malade cependant ne présentait aucun trouble de la sensibilité. — M. **Roger** a injecté de l'eau à 0° dans les veines et le péritoine du lapin; il se produit simplement une hypothermie passagère. L'injection dans les artères, au contraire, amène la mort par hémorragie cérébrale. — MM. **Gilbert** et **Fournier** ont observé une cirrhose biliaire hypertrophique survenue à la suite d'une angiocholite due au colibacille. La maladie de Hanot doit avoir une même origine. — M. **Féré** signale un cas curieux d'infanticide chez une poule. — M. **Blaise** (d'Alger) montre que les rayons X n'ont pas d'action sur la bactéridie charbonneuse.

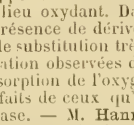
Séance du 17 Juillet 1897.

M. **G. Marinesco** présente plusieurs malades atteints de main succulente syringomyélique et différencie ce type des états plus ou moins analogues décrits par plusieurs auteurs et avec lesquels on a voulu le confondre. — MM. **Roger** et **Josué** ont constaté que la maladie charbonneuse provoque, comme les infections staphylococcique et diphtérique, une abondante prolifération des cellules de la moelle des os; mais, en outre, on remarque une dégénérescence rapide d'un grand nombre d'éléments et des modifications des cellules graisseuses. — M. **Chantemesse** a pu reproduire expérimentalement les formes de la fièvre typhoïde humaine chez le singe et le lapin par ingestion de cultures de bacille d'Eberth; on favorise l'infection par l'injection, sous la peau du lapin, de sérum humain ou d'urine humaine. — M. **Balthazard** a étudié l'érythème radiographique, et pense que les accidents attribués aux rayons X sont dus en réalité aux effluves électriques; on les évitera en plaçant l'ampoule assez loin du sujet ou en interposant une mince feuille d'aluminium. — MM. **J. Mollard** et **Cl. Regaud** étudient l'histogenèse des scléroses du myocarde produites par l'intoxication pyocyanique ou diphtérique expérimentale. Ils admettent que cette sclérose est de nature cicatricielle. — MM. **J. Mollard** et **Cl. Regaud** ont trouvé un athérome de l'aorte chez un lapin et un cobaye soumis à l'intoxication diphtérique. — M. **C. Phisalix** a observé l'action du venin de la grande salamandre du Japon; il s'atténue par la chaleur et acquiert des propriétés vaccinantes énergiques. — M. **Laveran** a trouvé une myxosporidie nouvelle dans le rein de la tortue. — M. **Dejerine** a observé une pneumonie à très haute température avec lésions manifestes des réseaux chromatiques des cellules nerveuses. — MM. **Gley** et **Camus** ont constaté que le ferment lab, préalablement desséché, peut être porté à d'assez hautes températures sans être altéré.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 11 Juin 1897.

MM. **A. Gautier** et **H. Hélier** ont étudié la combinaison du chlore et de l'hydrogène sous l'influence de la chaleur et de la lumière. — M. **Villiers** donne un procédé d'oxydation pour les composés minéraux et les composés organiques gras fondé sur la propriété des sels de manganèse, de développer cette réaction lorsqu'ils sont introduits dans un milieu oxydant. Dans la série aromatique, surtout en présence de dérivés halogénés, on obtient des réactions de substitution très remarquables. Les réactions d'oxydation observées dans certains cas ont même lieu par absorption de l'oxygène de l'air. On peut rapprocher ces faits de ceux qu'a signalés M. G. Bertrand pour la laccase. — M. **Hanriot** et M. **Reynaud**, en traitant la bromométhylisoxazolone par les alcalins, ont remplacé le brome par un oxhydrile. On obtient ainsi un sel très stable de formule :



L'acide libre se dédouble immédiatement avec dégagement d'acide carbonique en donnant l'oxime du méthyléthylcétol. Les acides concentrés dédoublent ce corps en hydroxylamine et méthyléthylcétol, ce dernier s'oxyde immédiatement en donnant la méthyléthyldicétone. — M. **H. Le Chatelier** a trouvé, parmi les résidus de l'attaque du carbure de calcium par l'eau, des siliciures de fer et de calcium et du carbure de silicium. — M. Béhal communique, au nom de M. **Prud'homme**, l'étude de l'action d'un mélange de soude et d'alcool étendus sur le paranitrodiamidotriphénylméthane. Un des oxygènes du groupe nitro vient se fixer sur le carbone méthanique; il se forme une fonction

carbinol et le composé formé ne renferme plus qu'un groupe nitroso en para dans le noyau non aminé. Avec le paranitrodiâmidotétraméthyltriphénylméthane, l'auteur a préparé deux isomères, un rouge et un jaune. Ces deux corps réduits soit en solution acide, soit en solution alcaline, donnent la même fuchsine.

Séance du 25 Juin 1897.

M. **A. Ponsot** croit qu'il n'est pas prouvé que les déterminations cryoscopiques suffisent pour déterminer le mouillage du lait. Tout en reconnaissant un grand intérêt au point de vue physiologique aux expériences de M. Winter, il critique ses conclusions. — M. **Béchamp** fait remarquer que les liquides organiques ne sont jamais de même composition et homogènes à la fois, de telle sorte que la cryoscopie ne peut permettre d'affirmer la constance de composition du lait. — M. **M. Delépine** expose les résultats que lui a fournis l'étude thermochimique de l'aldéhyde formique. Il a opéré en faisant agir la potasse sur des solutions concentrées ou diluées. — M. **H. Causse**, en chauffant à 110° un mélange d'aldéhyde salicylique et d'urée, a obtenu élimination d'eau la salicyltriurée :

$$C^6H^4 \begin{cases} CH \begin{cases} HAz - CO - AzH^2 \\ HAz - CO - AzH^2 \end{cases} \\ CHOH - Az - CO - AzH^2 \end{cases}$$

A 120-125° ce corps donne de l'ammoniaque, de l'acide cyanurique et probablement l'imine de l'aldéhyde salicylique. — M. **Rabaut** a constaté que les nitriles se combinent facilement avec le chlorure cuivreux. Une molécule de chlorure se combine à 1, 2 ou 4 molécules de nitrile d'après les composés étudiés. Cette réaction marche bien avec l'acétonitrile, le benzonitrile, le cyanure de benzyle, les nitriles des ortho et paratoluidines, de la xylidine, des naphtylamines. Les corps obtenus sont cristallisés, insolubles dans l'alcool et dans l'eau. A l'ébullition, cette dernière régénère les nitriles primitifs. Cette réaction conduira peut-être à un procédé de purification de ces corps.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

A.-A.-C. Swinton : **Expériences sur les rayons cathodiques.** — L'auteur produit les rayons cathodiques au moyen d'un tube focus de Crookes et se sert, pour les étudier, de la propriété qu'ils ont de rendre incandescents certains corps sur lesquels on les fait tomber.

1. — Si un faisceau de rayons cathodiques puissants est envoyé sur une surface de carbone (charbon de cornue), une tache très brillante et très définie apparaît au point de rencontre des rayons, tandis que le reste de la surface reste noir. Si le faisceau cathodique est dévié par un aimant, la tache lumineuse se déplace avec le faisceau sans retard perceptible. Le carbone, comme le verre, se fatigue au bout d'un certain temps, et la fluorescence diminue ; mais, après un repos, il recouvre presque entièrement ses propriétés premières.

2. — Dans un tube ordinaire, les rayons partant de la cathode concave convergent en forme de cône vers un foyer, d'où ils divergent ensuite en un autre cône. Mais plus on augmente le vide, plus le cône divergent devient aigu, il finit même par se réduire à un simple filet. Le foyer est toujours plus loin de la cathode que le centre de courbure de cette dernière, mais cette distance diminue quand le vide augmente.

3. — Lorsqu'on fait tomber le cône de rayons divergents sur un disque de platine, toute la partie convergente

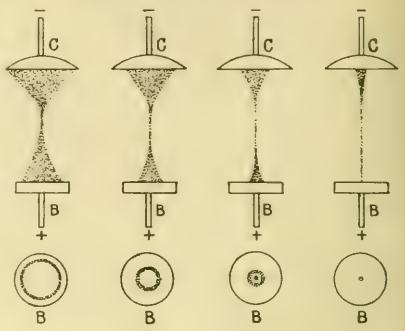


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 1, 2, 3, 4. — *Variabilité de la tache lumineuse avec le degré de vide.* — C, cathode; B, anode en coupe et en plan. — Dans la figure 1, où le vide est ordinaire, le cône divergent de rayons cathodiques produit un grand anneau lumineux. Dans la figure 4, où le vide est poussé à l'extrême, le cône de rayons est réduit à un filet et la tache à un point.

par la base du cône devient uniformément lumineuse : mais si l'on prend une plaque de charbon, il se forme seulement un anneau lumineux avec un intérieur sombre et presque froid (fig. 1). Si l'on augmente progressivement le vide et qu'on diminue ainsi le cône de rayons divergents, l'anneau lumineux diminue (fig. 2) ; puis

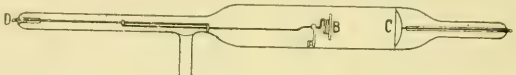


Fig. 5. — *Tube spécial pour l'examen du cône convergent des rayons cathodiques.* — C, cathode; D, anode; B, anticathode, portée sur une tringle et mobile à l'intérieur du tube.

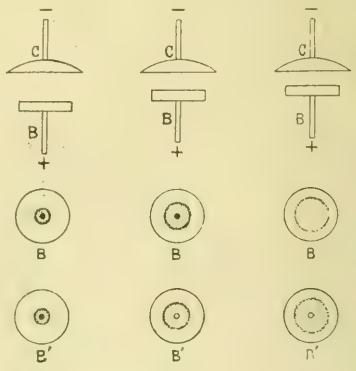


Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.

Fig. 6, 7 et 8. — *Aspect des taches lumineuses obtenues lorsque l'anticathode se trouve dans le cône convergent de rayons cathodiques.* — Dans la figure 6, l'anticathode est placée loin de la cathode; dans la figure 8, elle en est très rapprochée. Les aspects B ont été obtenus avec un vide plus élevé que les aspects B'.

apparaît un point lumineux central (fig. 3), qui finit par rester seul (fig. 4) lorsque le faisceau cathodique est devenu linéaire. On peut obtenir les mêmes effets,

sans faire varier le vide, en approchant plus ou moins l'anticathode B de la cathode C sans dépasser le foyer. Ces expériences nous montrent que le cône divergent des rayons cathodiques est creux, c'est-à-dire ne renferme pas de rayons à l'intérieur.

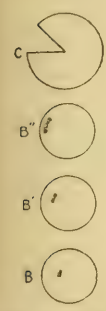


Fig. 9. — *Aspect de la tache lumineuse qui se forme quand on coupe une portion de la cathode* C. — La partie de l'anneau qui se forme correspond justement au secteur enlevé. B a été observé avec le vide le plus grand.

4. — L'examen du cône convergent de rayons cathodiques a été fait au moyen d'un tube spécial (fig. 5) dans lequel l'anticathode B peut être facilement rapprochée de la cathode C. Les figures 6, 7 et 8 montrent les taches lumineuses que l'on obtient lorsque l'anticathode est placée dans le cône convergent, plus ou moins près de la cathode C. Les figures B ont été observées avec un vide plus élevé que les figures B'. On voit que, dans un cas, le cône convergent agit comme s'il était complètement creux; dans les autres cas, malgré une faible luminescence interne et une tache centrale, le cône montre une grande tendance à ne former qu'un anneau circulaire. Ces effets s'observent facilement lorsqu'on a soin de ne pas fatiguer le disque de charbon et de prendre des cathodes dont le diamètre soit plus grand que le rayon de courbure.

5. — Y a-t-il croisement ou simplement divergence

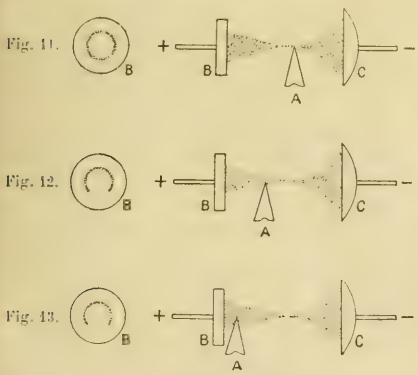


Fig. 11, 12 et 13. — *Taches obtenues lorsqu'on intercepte une partie du faisceau divergent.* — C, cathode; B, anticathode; A, pièce mobile placée, dans la figure 11, à l'origine du faisceau divergent, dans la figure 13, très près de l'anticathode.

des rayons cathodiques au foyer? Pour élucider cette question, l'auteur prend une cathode ordinaire et en coupe un secteur, dont la surface est égale au huitième de l'aire totale (fig. 9). Si l'on se place dans les conditions indiquées précédemment pour obtenir un anneau lumineux bien défini, on observe les aspects représentés sur la figure 9 (B étant obtenu avec le plus grand degré de vide, B'' avec le vide le plus faible). On voit que la portion de l'anneau lumineux qui se forme ne correspond pas du tout à la partie de la cathode qui reste, mais exactement à la partie enlevée. On doit en conclure que les rayons cathodiques se croisent au foyer et qu'il existe une action inexpliquée (sorte de tension superficielle circulaire) qui force la partie restante de l'anneau à se contracter. — Prenons un tube (fig. 10) renfermant une pièce A, mobile entre B et C et interceptant à peu près le quart de la section transversale du tube. Si la pièce A est placée au foyer, l'anneau lumineux se forme normalement (fig. 11); si elle est placée à un endroit quelconque dans le cône divergent (fig. 12

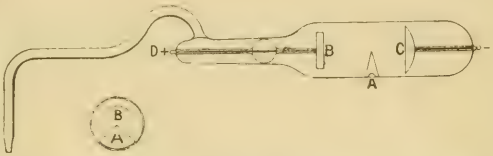


Fig. 10. — *Tube pour l'étude des rayons cathodiques.* — C, cathode; B, anticathode; A, pièce mobile interceptant une partie du faisceau cathodique.

et 13), l'anneau lumineux est incomplet; mais la partie manquante correspond exactement à la pièce A. Il n'y a donc pas de rotation des rayons dans le cône diver-

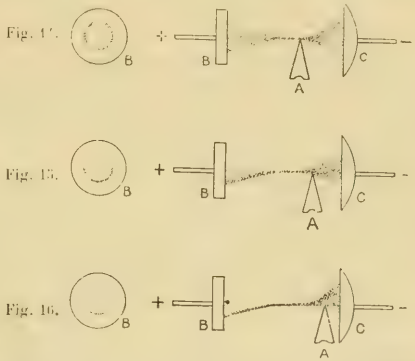


Fig. 14, 15 et 16. — *Taches lumineuses observées lorsqu'on intercepte une partie du faisceau convergent.* — Dans la figure 14, la pièce A est placée près du foyer des rayons; dans la figure 16, près de la cathode.

gent. Au contraire si la pièce A est placée à différents endroits dans le cône convergent, l'anneau lumineux

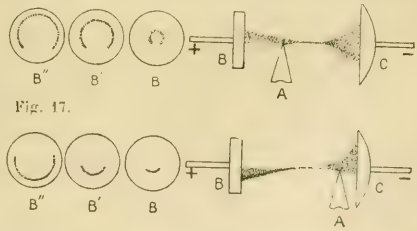


Fig. 17 et 18. — *Influence du degré de vide sur la forme des taches lumineuses lorsqu'on intercepte une partie du faisceau divergent ou convergent.* — B indique le vide le plus élevé, B'' le plus faible.

est plus ou moins incomplet, mais c'est la partie restante qui correspond à la pièce A (fig. 14, 15 et 16). Les figures 17 et 18 montrent l'influence des divers degrés

de vide sur ces mêmes phénomènes, B étant le vide le plus fort et B'' le plus faible.

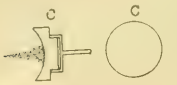


Fig. 19

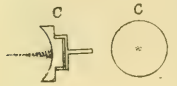


Fig. 20.

Fig. 19 et 20. — *Aspect du cône convergent et de la cathode pour un vide assez élevé* (fig. 19) *et pour un vide très élevé* (fig. 20).

6. — Les mêmes expériences ont été répétées avec un tube à cathode plane, dans lequel on faisait converger, puis diverger les rayons cathodiques au moyen d'un fort électro-aimant. On a observé, en outre, les faits suivants : Lorsqu'on fait subitement tourner l'aimant, on voit apparaître deux anneaux concentriques; ils sont probablement successifs, et non simultanés, mais l'œil ne peut s'en rendre compte. D'autre part, lorsque l'anti-cathode se trouve au foyer des rayons, la tache lumineuse peut devenir creuse si l'on fait varier le vide.

7. — On sait qu'à un degré de vide très élevé, le cône divergent disparaît et le cône convergent devient lui-même peu visible; l'auteur a eu l'idée de l'étudier en se servant de cathode concave de charbon (fig. 19). Dans ce cas, le cône convergent se contracte à la base, et, pour le vide extrême (fig. 20), le flux cathodique semble partir entièrement d'une tache centrale brillante, le reste de la surface étant inactif; on observe, en outre, des étincelles très brillantes jaillissant par instants de la cathode. Pour mieux étudier ce phénomène, on se sert d'un tube à deux cathodes opposées CC (fig. 21); le vide étant très élevé, on remarque, lorsqu'on fait passer le courant, un faisceau de particules incandescentes allant d'une cathode à l'autre (fig. 22); puis, le vide diminuant, l'aspect change et devient celui de la figure 23. Si l'on refait le vide, les mêmes phénomènes se reproduisent, mais le tube de verre noircit.

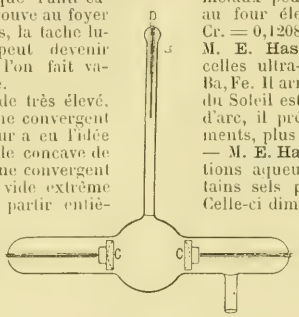


Fig. 21. — *Tube à deux cathodes opposées* CC.

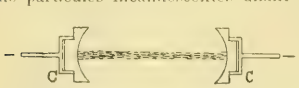


Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 22 et 23. — *Aspect de la décharge qui passe entre les deux cathodes de la figure* 21. — Dans la figure 22, le vide est très élevé; dans la figure 23, il a un peu diminué.

8. — Un tube semblable à celui de la figure 21, mais avec des électrodes en aluminium, fut construit pour voir si des rayons X se produisent au point de rencontre des deux faisceaux cathodiques; mais tel n'a pas été le cas. Il faut que les rayons tombent sur une substance solide pour produire des rayons X.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 8 Juillet 1897.

1° Sciences mathématiques. — **M. L. Pfaundler** : Sur un appareil enregistreur des tremblements de terre avec indication électrophotographique du moment de la secousse. — **M. Th. Scheimpflug** communique un travail sur la reconstruction photogrammétrique des cartes et plans au moyen d'un procédé optique.

2° Sciences physiques. — **MM. Gust. Jager** et **St. Meyer** ont déterminé les coefficients de magnétisation de divers liquides et leur relation avec la température. La méthode consistait à mesurer l'ascension du liquide dans un tube capillaire placé dans un fort champ magnétique. — **M. Th. Wulf** a fait l'étude des éléments de Clark fermés. La résistance intérieure des éléments employés variait de 40 à 80 Ω suivant la grosseur et l'éloignement des électrodes; elle triplait pour un abaissement de température de 30 à 5°. Avec des courants de 0,005 ampère, la polarisation se produit déjà au bout de 0,01 seconde; elle augmente peu pendant les dix premières minutes, puis plus rapidement après. — **M. E. von Schwindler** étudie la rotation d'une sphère mauvaise conductrice placée dans un champ électrique homogène. — **M. J. Tuma** donne le principe d'un indicateur de phases pour courants alternatifs. — **M. H. Mache** a déterminé la chaleur spécifique de quelques métaux peu fusibles, qu'il a pu obtenir fondus au four électrique. Il a trouvé : Pd = 0,0549; Cr. = 0,1208; V = 0,1153; Wo(Tu) = 0,0336. — **M. E. Haschek** communique le spectre d'étincelles ultra-violet des éléments suivants : K, Na, Ba, Fe. Il arrive à cette conclusion que, si le spectre du Soleil est généralement identifié avec le spectre d'arc, il présente néanmoins, pour certains éléments, plus d'analogie avec le spectre d'étincelles. — **M. E. Haschek** a constaté que, comme les solutions aqueuses, les solutions alcooliques de certains sels présentent la polarisation galvanique. Celle-ci diminue quand la concentration augmente, et aussi avec l'élévation de température. — **MM. R. Pribram** et **C. Glucksman** ont étudié le rapport qui existe entre le changement de volume et le pouvoir rotatoire spécifique des solutions actives; ils ont opéré sur des solutions de tartrate de rubidium. — **M. L. Haber** : Contribution à l'étude de quelques terres rares. — **M. R. Wegscheider** confirme la loi d'après laquelle l'action des anhydrides-acides sur les alcools donne lieu à la formation d'acides-éthers α; si on ajoute à l'alcool un alcoolate, on obtient alors une certaine proportion d'acide-éther β. — **M. S. Frankel** : Sur les produits de décomposition de l'albumine dans la digestion; nouvelle méthode de préparation de la deutéroalbumose. — **M. Z.-H. Skraup** étudie la transformation de la cinchonine et montre que, dans les conditions où elle se transforme, la cinchotine reste inaltérée. — **MM. G. Goldschmiedt** et **G. Knopfer** étudient les produits de condensation de la phénylacétone avec la benzaldéhyde sous l'influence des alcalis ou des acides. — **M. K. Brunner** montre que le procédé qui lui a servi à préparer l'indolinone peut servir aussi à la préparation de l'oxindol (*pr*-2-indolinone), de l'atroxindol (*pr*-3-méthyl-2-indolinone), de la *pr*-3-éthyl-2-indolinone et de la *pr*-3-phényl-2-indolinone. — **M. Moriz Freund** a condensé l'anhydride de l'acide cinchoméronique avec le benzol et, par distillation de l'acide cétonique formé avec de la chaux, il a obtenu la β-phényl-pyridylcétone. — **M. A. Just** a obtenu, par condensation de l'anhydride chinolique avec le toluol, l'acide β-*p*-toluylpicolique, lequel, après séparation de CO^2 par la chaux, donne la β*p*-tolylpyridylcétone. — **M. Alf. Kirpal** a mesuré la conductibilité de l'acide hémipique et de l'acide métahémipique et celle des éthers isomères de l'acide papavérique. — **M. C. Pomeranz** : Étude de la pinacoline. — **M. R. Burian** a extrait des matières grasses contenues dans les germes des graines de froment et de seigle un corps, analogue à la cholestérine, et qu'il nomme *sitostérine*. Il possède la formule $C^{27}H^{44}O + H^2O$, fond à 137°5, et a un pouvoir rotatoire de — 26°,71. On a préparé les dérivés principaux.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

James Joseph Sylvester. — L'Angleterre a perdu, le 16 mars dernier, un des mathématiciens qui l'ont le plus honorée dans ce siècle. James-Joseph Sylvester était né à Londres en 1814. Sa carrière a été assez mouvementée; il fut d'abord professeur à l'University College de Londres, puis aux Etats-Unis, à l'Université de Virginie. Revenu en Europe en 1849, il devint actuaire dans une Compagnie d'assurances jusqu'en 1855, où il obtint une chaire à l'Académie royale militaire de Woolwich, position qu'il garde jusqu'en 1870. Puis, après être resté cinq ans sans position officielle, il part en 1875 pour Baltimore, pour occuper une chaire à l'Université de John Hopkin. Il rentre enfin dans son pays en 1883, ayant été nommé professeur savilien à l'Université d'Oxford. Au milieu de ces pérégrinations, on ne peut s'empêcher d'évoquer en même temps le souvenir de la carrière singulière de Cayley, le grand contemporain anglais de Sylvester, qui entra tardivement dans l'enseignement, après avoir eu de grands succès comme avocat consultant. Nous ne trouvons pas là l'uniformité presque monotone de nos carrières françaises, où tout est si bien réglé. Sans demander que les mathématiciens français commencent par le barreau, on peut souhaiter que quelques-uns des plus distingués d'entre eux ne craignent pas, au début de leur carrière, de s'en aller à l'Etranger, imitant en cela l'exemple si fréquemment donné par les géomètres allemands.

Le nom de Sylvester restera particulièrement célèbre pour ses travaux relatifs aux invariants. On sait que cette théorie a trouvé son origine dans un mémoire de Boole, sur quelques cas particuliers d'invariance. Cayley commença ensuite des recherches générales sur ce sujet, où il fut bientôt suivi par Sylvester et par M. Hermite. Ce fut la période héroïque de la théorie des invariants que celle de la première église invariantive, comme disait Sylvester, période où Cayley, Sylvester et Hermite enrichissaient chaque jour de leurs découvertes cette nouvelle province de l'algèbre. La nomenclature de la théorie est à peu près due entièrement à Sylvester, qui avait beaucoup de goût pour la formation de mots nouveaux; c'est à lui qu'on doit les mots d'*invariant*, de *covariant*, de *discriminant*, et de bien d'autres encore, qui ont été adoptés par tous les algébristes.

Avant de s'occuper de la théorie des invariants, Sylvester avait écrit de remarquables mémoires sur différents sujets d'Algèbre, particulièrement sur les fonctions de Sturm et sur l'élimination.

On sait combien le célèbre théorème de Sturm est devenu rapidement classique. Il n'avait été, depuis sa découverte, l'objet d'aucun travail et rien n'y avait été ajouté, quand Sylvester fit connaître sans démonstration l'énoncé d'un résultat bien digne d'appeler l'attention. L'éminent géomètre donnait une expression entièrement explicite des polynomes, qu'on désigne sous le nom de fonctions de Sturm, au moyen des racines de l'équation proposée. Sturm exprima tous ses regrets d'avoir laissé échapper cette découverte et s'en consola un peu en donnant dans le *Journal de Liouville* une démonstration de la proposition du mathématicien anglais.

L'activité de Sylvester se porta à diverses reprises sur la Théorie des nombres. La résolution de certaines équations cubiques en nombres entiers a été un des premiers problèmes qui l'ont occupé. Il est revenu souvent aussi sur la recherche du nombre des nombres premiers compris entre deux limites données, et il fut assez heureux pour resserrer les limites trouvées à ce sujet par Tchebicheff dans un mémoire célèbre.

De tous ses travaux, celui auquel Sylvester attachait peut être le plus d'importance est la démonstration d'une règle énoncée sans autre indication par Newton sur une limite inférieure du nombre des racines imaginaires d'une équation algébrique. Les plus illustres géomètres avaient essayé sans succès d'établir ce théorème; Sylvester y parvint en 1865, après des efforts considérables, et ce fut là, comme il le dit lui-même, une des plus grandes joies de sa vie. Sans vouloir être complet, citons encore un travail sur la *résiduation* dans les cubiques, qui a été l'origine de recherches importantes, et un beau théorème sur le mouvement d'un corps solide ayant un point fixe.

Pendant son séjour à Baltimore, Sylvester rendit un

grand service aux Sciences mathématiques, en fondant l'*American Journal of Mathematics*, qui est devenu, entre les mains des géomètres américains, un des plus importants organes mathématiques de notre temps. A cette époque de sa vie, Sylvester revint sur la théorie des *matrices*, dont il s'était jadis occupé après Cayley. Dans cet *Algèbre universel*, les opérations sur les quantités symboliques peuvent être regardées comme des opérations sur les substitutions linéaires et les vues émises à ce sujet par Sylvester ont été beaucoup étendues depuis; c'est ainsi que tous les calculs symboliques, les quaternions par exemple, se ramènent à des questions très simples sur la théorie des groupes continus de substitutions linéaires, et tout mystère disparaît.

Les travaux de Sylvester témoignent au plus haut degré d'un esprit original et inventif; ils ont particulièrement porté, comme on vient de le voir, sur l'Algèbre et la Théorie des nombres. L'illustre mathématicien était peu au courant des travaux modernes sur l'Analyse et la Théorie des fonctions, et il n'eut jamais de goût pour l'érudition. Son imagination, extraordinairement puissante, était toujours en travail, et il lui était bien difficile de lire un ouvrage de mathématiques dans le seul but de savoir ce qu'il contenait. La bonne volonté ne lui manquait pas, cependant; je me rappelle que, dans un de ses voyages à Paris, il y a environ dix ans, il vint me demander si, en six semaines, il pourrait apprendre la Théorie des fonctions elliptiques. Sur ma réponse affirmative, il me pria de lui désigner un jeune géomètre qui voulût bien, plusieurs fois par semaine, lui donner des leçons. Celles-ci commencèrent, mais, dès la seconde, les réciproquants et les matrices vinrent faire concurrence aux fonctions elliptiques; quelques leçons continuèrent, où le jeune professeur fut initié aux dernières recherches de Sylvester, et on en resta là.

Sylvester était un artiste et un enthousiaste. Quand il avait été frappé par la beauté d'une question, il en poursuivait sans relâche la solution, risquant quelquefois de perdre ainsi beaucoup de temps. Il manquait de cette sérénité dans le choix des sujets, qui empêche souvent les efforts prématurés et stériles. Quel contraste entre le génie si pondéré et si sage de Cayley et l'imagination créatrice toujours inquiète de Sylvester!

Sylvester ne fut pas seulement un poète en mathématiques. Il tournait fort agréablement le vers en anglais comme en latin; il fit d'excellentes traductions d'Horace et de quelques poètes allemands, et on lui doit un petit livre sur les lois de la versification. C'est dans le sonnet qu'il aimait surtout à déployer son talent poétique. Dans son dernier voyage à Paris, à l'automne de 1895, il était particulièrement préoccupé de ses récentes poésies. Je me souviens d'un déjeuner chez un de nos confrères, où il récita une élégie en vers latins, qu'il venait de composer. Un d'entre nous ayant fait remarquer qu'on croyait entendre du Tibulle, Sylvester en fut ému jusqu'aux larmes.

Les dernières années de Sylvester furent attristées par la maladie, et, en 1896, son état inspira de sérieuses inquiétudes à ses amis. Vers le mois d'août cependant, il retrouva toute son activité, et reprit quelques recherches arithmétiques. Nous savons par M. Mac-Mahon qu'il se préoccupait de nouveau de la distribution des nombres premiers, et espérait pouvoir démontrer le théorème énoncé problématiquement par Euler, d'après lequel tout nombre pair est la somme de deux nombres premiers. Le 26 février dernier, comme il était au travail, il fut subitement frappé de paralysie, et mourut quelques jours après, sans avoir retrouvé la parole. Le souvenir du géomètre illustre, de l'homme aimable et bon, au cœur chaud et enthousiaste, restera toujours cher à ceux qui ont eu l'honneur de l'approcher.

Emile Picard,
de l'Académie des Sciences.

§ 2. — Électricité

Les fiacres électriques à Londres. — Il y a quelques semaines, la *London Electrical Cab Company* a mis en circulation, à Londres, un certain nombre de fiacres électriques, qui fonctionnent depuis lors à l'entière satisfaction du public. Voici quelques renseignements sur cette intéressante innovation.

Les fiacres ont la forme extérieure des voitures ordinaires. Ils sont mus au moyen d'accumulateurs. Il peut sembler au premier abord que l'emploi des accumulateurs, qui n'ont pas eu beaucoup de succès dans la propulsion des tramways, était peu justifié pour les voitures. Il n'en est rien. Dans les tramways à accumulateurs, ces derniers occupent un espace relativement petit; le travail de traction étant considérable, ils se déchargent très rapidement et doivent donc être rechargés souvent; par ce fait ils se détériorent vite. Dans les voitures, au contraire, les accumulateurs occupent un espace proportionnellement plus grand; ils se déchargent normalement, l'effort de traction n'étant pas considérable; le véhicule peut donc circuler assez longtemps sans revenir à la station de dépôt.

Les batteries employées consistent en une série de 40 éléments, ayant une capacité de 170 ampères-heures lorsqu'ils se déchargent à 30 ampères. Ces éléments sont montés sur un plateau qui est suspendu sous le fond de la voiture au moyen de quatre chaînes supportées par des ressorts qui amortissent les secousses transmises par le véhicule. Les accumulateurs vides sont retirés, et les accumulateurs chargés sont placés dans les voitures par un système très ingénieux et très rapide. Cinq minutes suffisent pour l'enlèvement et la remise des batteries dans les coffres des voitures.

Le courant des accumulateurs arrive dans un moteur Johnson-Lumdel de trois chevaux, placé à l'arrière du coffre. L'arbre de ce dernier engrène avec un arbre qui fait mouvoir les deux roues postérieures de la voiture, garnies d'un bandage en caoutchouc.

La partie la plus importante du mécanisme est le commutateur de marche. Placé sur le premier cran, il sert à mettre le moteur en mouvement. Au second cran, la vitesse s'accroît et le véhicule marche à la vitesse de 3 milles à l'heure. Au troisième cran, la vitesse est de 7 milles, au quatrième de 9 milles (à peu près 15 kilomètres). A ces trois vitesses différentes, toute l'énergie du courant est utilisée; il n'y a aucune absorption par des résistances, ce qui constitue un grand avantage pour le moteur. Le commutateur, mû dans le sens inverse, produit l'arrêt ou la marche en arrière.

La voiture est munie d'un frein ordinaire et d'un frein électrique; en fonctionnant, ils empêchent le courant de continuer à passer dans le moteur.

Une batterie d'accumulateurs peut faire marcher la voiture pendant 50 milles; il suffit donc de la recharger une seule fois par jour. La station de charge reçoit un courant à 2.400 volts avec une période de 86 par seconde, qu'elle transforme en courant continu à basse tension propre à la charge des accumulateurs. Le prix de revient est de 15 centimes par unité de courant.

La ville de New-York voit aussi circuler depuis longtemps des voitures marchant par l'électricité. Espérons que Paris sera bientôt doté de véhicules analogues, qui présentent à plusieurs points de vue de grands avantages sur les autres modes de locomotion.

§ 3. — Chimie

Une nouvelle classe de substances oxydantes : les percarbonates. — Dans un des derniers numéros de la *Zeitschrift für Electrochimie*, MM. E.-J. Constam et A. von Haussen ont fait connaître une nouvelle série de composés, qui présentent un grand intérêt.

On sait que, lorsqu'on électrolyse des carbonates alcalins M^2CO^3, on obtient à la cathode de l'hydrogène et

l'hydrate de la base constituante et à l'anode de l'oxygène et de l'acide carbonique, qui se recombine avec une partie de la base à l'état de bicarbonate. Les auteurs ont observé que si l'on électrolyse une solution saturée de carbonate de potasse et qu'on abaisse progressivement la température, le dégagement d'oxygène diminue à l'anode, et finit même par cesser complètement vers — 10°. En outre, au lieu de bicarbonate cristallin, il s'est formé une poudre amorphe bleuâtre, à laquelle l'analyse assigne la formule $K^2C^2O^6$; c'est du percarbonate de potasse. On peut en expliquer ainsi la formation : le carbonate de potasse en solution saturée se dissocie d'abord en ions K et KCO^3; si l'électrolyse intervient, deux ions KCO^3 s'unissent, pour former le corps $K^2C^2O^6$. En solution étendue, le phénomène ne se produit pas, car le carbonate de potasse se dissocie en ions K^2 et CO^3.

Le percarbonate obtenu doit être rapidement jeté sur un filtre, et desséché sur l'acide phosphorique anhydre. Il est très hygrométrique, et décompose l'eau à la température ordinaire :

$$K^2C^2O^6 + H^2O = 2\,KHCO^3 + O.$$

Chauffé légèrement, il se décompose suivant l'équation :

$$K^2C^2O^6 = K^2CO^3 + CO^2 + O.$$

En présence de matières oxydables, il agit comme oxydant. Mais il peut aussi agir comme réducteur :

$$MnO^2 + K^2C^2O^6 = MnCO^3 + K^2CO^3 + O^2.$$

De ces réactions, les auteurs déduisent que le nouveau corps est en réalité le carbonate neutre d'un oxyde supérieur, le peroxyde de potassium. Il produit, d'ailleurs, comme les oxydes supérieurs alcalins et alcalino-terreux, de l'eau oxygénée en présence des acides.

§ 4. — Géographie et Colonisation

Expéditions au Pôle Sud. — Les régions antarctiques, depuis longtemps délaissées par les explorateurs, viennent de nouveau d'attirer leur attention. Le 16 août dernier, une expédition belge, dirigée par M. de Gerlache, est partie d'Anvers sur le steamer *Belgica*, se dirigeant vers le Pôle Sud.

Le navire a été aménagé, d'après les conseils de Nansen, sur le modèle du *Fram*. L'équipage se compose de vingt-deux hommes commandés par deux lieutenants. Un géologue et un naturaliste accompagnent en outre l'expédition.

Le navire se dirige vers le Brésil, puis sur les îles Falkland ou le détroit de Magellan où il renouvellera sa provision de combustible. Il fera route ensuite vers les terres découvertes par le *Jason*, à l'est de la Terre de Graham, et pénétrera dans la Mer de Georges IV, le plus loin possible vers le Sud.

Vers la fin de l'été austral (mai 1898), le navire remontera vers le Nord et ira relâcher à Melbourne; il consacrera l'hiver à une croisière dans le Pacifique, puis, après une nouvelle relâche à Melbourne, il se dirigera vers la terre de Victoria et s'efforcera d'atteindre le pôle magnétique austral, que l'on déterminera à nouveau.

L'expédition pense être de retour en Europe en avril ou mai 1899.

On annonce, d'autre part, qu'une expédition allemande s'organise dans le même but, sous la direction du Professeur Neumayer. Elle se composera de deux navires qui exploreront l'Océan Antarctique au sud de l'île Kerguélen. Dès qu'on aura rencontré la terre, on établira une station où des savants séjourneront pendant deux hivers. Un des navires servira à maintenir les communications avec le monde extérieur; l'autre fera des explorations géographiques.

Enfin, l'Angleterre songe aussi à envoyer une expédition vers les terres australes qui, suivant l'expression de lord Lothian, seraient l'*hinterland* de ses possessions de l'Afrique méridionale et de l'Australie. Une grande conférence a eu lieu à ce sujet à Londres dans les salles de la *Royal Geographical Society*. Les premiers ministres de l'Australasie, venus en Angleterre pour les fêtes du Jubilé, y assistaient et ont assuré les organisateurs de l'intérêt et de l'appui des colonies australiennes. La Société Royale de Géographie est prête à voter un fonds de 125.000 francs pour l'expédition.

§ 5. — Congrès

Le récent Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences. — L'*Association française pour l'Avancement des Sciences* tenait, cette année, à Saint-Etienne, sa 26e session. Le choix de cette ville avait été déterminé tant par l'importance numérique de sa population, — Saint-Etienne est à ce point de vue la septième ville de France, — que par l'intérêt qui s'attache aux industries diverses et nombreuses dont elle est le siège.

Disons tout de suite que le Congrès a brillamment réussi à tous égards. On pouvait craindre quelque peu cependant qu'il n'en fût pas ainsi, étant donnés les Congrès variés qui avaient lieu à la même époque : c'est ainsi que les médecins se réunissaient à Moscou, que les médecins aliénistes et neurologistes tenaient une session à Toulouse, que les Sociétés de Géographie avaient leur Congrès à Saint-Nazaire, que le premier Congrès international des Mathématiciens avait lieu à Zurich, que la Ligue de l'Enseignement tenait à Reims ses assises annuelles, sans parler des Congrès divers groupés à Bruxelles autour de l'Exposition internationale.

On peut se demander si cette multiplicité des Congrès est avantageuse; pour nous, nous n'en sommes pas persuadé, surtout lorsqu'il s'agit de Congrès se rapportant à une partie trop limitée de la science, et surtout alors si les sessions sont annuelles : il est inutile de développer cette manière de voir, qui s'explique aisément. Nous croyons que, à l'occasion d'une Exposition universelle et internationale, il peut être avantageux de tenir des Congrès spéciaux; mais, en dehors de cette circonstance, il nous semble qu'il serait préférable qu'il n'y eût annuellement qu'un nombre très limité de Congrès, se rapportant à des parties assez étendues de la science. Sans vouloir dire que les communications faites dans les Congrès soient sans importance, nous croyons que le plus grand intérêt de ces réunions consiste dans le rapprochement d'hommes qui se connaissaient peu ou point, et entre lesquels s'établissent des relations profitables à tous. Nous pensons que l'utilité de ce rapprochement est d'autant plus réelle et plus grande que les congressistes s'occupent ordinairement de branches différentes de la Science.

A cet égard, par exemple, les Congrès d'Hygiène ont rendu de véritables services, en mettant en contact les médecins avec les architectes et les ingénieurs; c'est pourquoi nous pensons que les sessions de l'*Association française* sont véritablement utiles, parce qu'elles réunissent des hommes s'occupant de toutes les branches de la Science.

Quoi qu'il en soit, d'ailleurs, de cette manière de voir, nous devons constater, comme nous l'avons déjà dit, que le Congrès de Saint-Etienne a réussi. Non seulement les membres étrangers à la région y sont venus aussi nombreux que dans les sessions précédentes, mais les habitants de la ville et du département s'y sont fait inscrire en grand nombre, ce qui a été un heureux contraste avec telle ville, siège de Facultés, où, il y a peu d'années, le Congrès avait passé presque inaperçu des habitants.

Nous ne pouvons avoir la pensée de donner, non pas le résumé, mais même les titres des travaux présentés dans les 18 sections : la place et le temps nous feraient défaut. Nous chercherons plutôt à donner l'impression générale de la session.

Depuis quinze ans environ, les villes qui recoivent l'AFAS (c'est le symbole abrégé par lequel on désigne couramment maintenant l'*Association française pour l'Avancement des Sciences*) ont pris l'habitude d'éditer, à l'occasion du Congrès, pour l'offrir aux Congressistes, un ouvrage plus ou moins étendu, dans lequel sont donnés, par les personnes les plus compétentes, des renseignements complets sur la ville et la région : topographie, géologie, flore, faune, — enseignement à tous ses degrés, assistance, hygiène, statistique, — agriculture, industrie, commerce, archéologie, etc. La ville de Saint-Etienne a largement suivi l'exemple donné par les villes qui l'avaient précédée, et a remis à chaque congressiste un ouvrage en trois beaux volumes, artistement édité, ouvrage intéressant à lire, — on a pu en juger seulement depuis la clôture de la session, car le temps avait manqué auparavant, — ouvrage qui restera précieux à consulter, toutes les fois qu'il s'agira d'obtenir un renseignement concernant cette intéressante région : c'est un magnifique souvenir et un brillant témoignage de l'hospitalité qui a été offerte à l'Association par la ville de Saint-Etienne.

Les séances générales ont été au nombre de deux seulement : à la séance d'inauguration, après des paroles de bienvenue prononcées par M. le Maire et M. le Préfet, M. le professeur Marey, président de l'Association, a traité, avec le charme et la clarté dont il est coutumier, la question de la méthode graphique et de ses applications si variées.

La seconde séance générale consistait en une conférence faite par M. le professeur Gariel sur les rayons Röntgen et leurs applications; quoique la question ne fût pas absolument nouvelle, elle est si intéressante que le conférencier a reçu le meilleur accueil de ses auditeurs.

Il n'était pas douteux que le plus grand intérêt de la session devait consister dans l'étude des industries de la région. Aussi, les visites scientifiques et industrielles furent-elles très suivies.

Nous citerons d'abord la visite de l'Ecole des Mines, dont la réputation est universelle; puis, celle de l'Ecole professionnelle (plus exactement Ecole pratique d'Art et d'Industrie), qui prépare des élèves recherchés. A l'occasion du Congrès, cette Ecole avait organisé une petite exposition de dessins, de peintures décoratives, de gravure, exécutés par ses élèves, qui a été très grandement appréciée. On y avait joint une collection d'œuvres de graveurs stéphanois qui a vivement attiré l'attention des visiteurs.

La visite des mines était une grande attraction; les congressistes ont pu descendre dans des puits et circuler dans des galeries souterraines à Saint-Etienne même, à Montrambert, à Roche-la-Molière : ils ont pu se rendre compte du mode d'extraction de la houille; ils ont assisté à la fabrication des briquettes.

D'autre part, et dans un ordre d'idées tout différent, on a visité des fabriques de velours, de passementerie, de rubans, de lacets ou, pour mieux dire, on a vu des métiers chez l'ouvrier, car, on le sait, une des caractéristiques de cette industrie dans la région, c'est que, en général, il n'y a pas de grandes fabriques, mais que l'ouvrier travaille chez lui, avec sa famille, sur un ou deux métiers : il y a là une forme industrielle intéressante à tous égards, au point de vue social surtout; aussi l'on comprend l'intérêt que présente la question, étudiée actuellement d'une manière toute spéciale à Saint-Etienne, de la distribution de l'énergie à domicile.

Les Ateliers de Construction mécanique de Bietrix, la Manufacture française d'armes de Saint-Etienne ont très vivement intéressé, à des titres divers, les visiteurs qui les ont parcourus, trop rapidement à leur gré, car il eût fallu pouvoir s'arrêter sur de nombreux appareils que l'on n'a pu voir qu'en passant.

Si, du côté de la Ricamarie et jusqu'à Firminy, la ville paraît se continuer presque sans interruption par des exploitations minières, du côté de Saint-Chamond, Rive-de-Gier, Izieux, il en est de même par des établissements industriels. Diverses excursions ont conduit de ce côté où l'on a visité avec un intérêt considérable la teinturerie de M. Gillet, la verrerie Richarme, les établissements métallurgiques de M. Arbel, ceux de MM. Marrel, et les Aciéries de la Marine de Saint-Chamond. Il faudrait un volume pour raconter et expliquer tout ce qui a été vu dans ces visites; car, grâce aux soins des propriétaires et directeurs de ces établissements, tout avait été préparé de manière à faire assister les congressistes aux opérations les plus intéressantes et les plus importantes. Pour ne parler que des opérations métallurgiques, nous signalerons des coulées de 20 tonnes, de 40 tonnes, des laminages de plaques de blindage de 35 centimètres d'épaisseur, la trempe d'énormes pièces en acier, comme un canon, etc. Un visiteur, de passage dans ces usines, se fût considéré avec raison comme très favorisé d'assister à une de ces splendides opérations : les congressistes ont pu les voir toutes. Quand on songe aux difficultés qui ont dû être surmontées pour que ces opérations se produisissent à l'instant précis où les congressistes se présentaient, on ne saurait adresser de trop vifs remerciements aux personnes qui avaient préparé et qui ont organisé le programme de ces visites.

On comprend aisément que ces villes industrielles fassent une grande consommation d'eau, non seulement parce qu'elles ont une population nombreuse, mais aussi parce que, pour certaines industries, comme la teinturerie par exemple, ce liquide est un agent de première nécessité; pour être assuré de ne pas en manquer pendant la saison sèche, il faut ne pas compter seulement sur les sources et les cours d'eau. Aussi a-t-on été conduit à établir de vastes réservoirs obtenus en fermant d'étroites vallées par des barrages établissant ainsi une retenue d'eau : il en existe plusieurs aux environs de Saint-Etienne, tant pour cette ville que pour les villes voisines; on en inaugurait un quelques jours après la clôture du Congrès et, dans une excursion, nous avons pu voir la place où l'on en doit construire un autre, d'après un vaste projet qui est à l'étude et que, dans l'intérêt de Saint-Etienne, il faut espérer voir aboutir promptement.

Parmi ces barrages, le plus voisin de Saint-Etienne est classique : c'est celui de Roche-Taillée, qui retient les eaux du Furens. Nous n'insisterons pas sur la description technique de cet ouvrage qui a été construit par M. de Montgolfier, alors ingénieur des Ponts et Chaussées, actuellement directeur des Aciéries de la Marine, et président du Comité local qui, à Saint-Etienne, avait préparé le Congrès.

Si nous signalons ce barrage avec quelque insistance, c'est qu'il est établi dans des gorges très pittoresques qui méritent d'être visitées pour elles-mêmes. Ceci nous amène d'ailleurs à une remarque qui ne nous paraît pas sans intérêt.

En venant à Saint-Etienne, tous les congressistes savaient qu'ils rencontreraient une région industrielle d'une grande importance; on savait même, en général, que la ville de Saint-Etienne ne présente rien de bien intéressant au point de vue archéologique ou artistique; mais bien peu se doutaient des aspects variés et pittoresques que présentent les environs. Aussi la surprise a-t-elle été grande en parcourant cette région qui, au point de vue pittoresque, mérite d'être visitée à l'égal de beaucoup d'autres dont la réputation est grande.

L'excursion qui conduisait les congressistes au mont Pilat doit être signalée à ce point de vue : la route part en s'élevant et dominant le Val d'Enfer, où se trouve le barrage dont nous parlions précédemment, passe au village de Roche-Taillée pour arriver au Bessat, puis à la Croix de Chambouret, d'où on a vue sur les Alpes : la route, carrossable, continue jusqu'à une faible distance des sommets du Pilat : le Crêt de la

Perdrix, le Crêt de l'Œillon; sur un troisième sommet, un peu moins élevé, où l'on construit un hôtel, on projette d'établir un observatoire météorologique dont plusieurs congressistes sont allés discuter, sur les lieux mêmes, le meilleur emplacement; de tous ces sommets, on a de très belles vues sur l'Ardèche, sur la vallée du Rhône, sur celle de la Loire. En descendant, on suit successivement la vallée du Farra, puis celles du Gier, qui sont l'une et l'autre fort belles et qui rappellent l'aspect de paysages alpestres ou pyrénéens; on passe sur le barrage du Valla, dont la retenue sert à alimenter Saint-Chamond, et l'on arrive dans cette ville par le faubourg d'Izieux.

C'est là une très belle promenade, très facile et qui mérite que les touristes s'arrêtent à Saint-Etienne pour la faire.

La même remarque s'applique aux pays traversés par les congressistes qui ont pris part à l'excursion finale; nous nous bornerons à signaler celle-ci en quelques mots.

La voie ferrée, après avoir traversé Firminy, pénètre dans un tunnel aboutissant au Pertuiset, dans la vallée de la Loire que l'on remonte presque jusqu'au Puy; cette vallée, le plus souvent rétrécie et sauvage, est d'un aspect remarquable.

La ville du Puy est intéressante par sa situation générale, par sa cathédrale, par la chapelle Saint-Michel, bâtie sur un pic conique, entièrement isolée, par le rocher Corneille, plus élevé et également isolé, surmonté d'une statue colossale de la Vierge.

Les environs permettent des promenades intéressantes : nous signalerons celle qui conduit aux Orgues d'Espaly, roches basaltiques curieuses, passe devant le château de Polignac et aboutit au château de la Roche-Lambert.

La seconde journée de l'excursion conduisait au mont Mézenc; la route, qui est carrossable, passe au Monastier, village d'un aspect tout à fait alpestre, et aboutit au village des Estables, à une altitude de 1.350 mètres, d'où, par des sentiers faciles, on arrive au sommet du Mézenc à 1.750 mètres. De ce point, lorsque le temps est clair, on a une vue magnifique dans toutes les directions. Le retour, des Estables au Puy, se fit par Laussonne et Lantriac, par un chemin également pittoresque.

Enfin, le retour du Puy à Saint-Etienne s'est effectué le troisième jour par Yssingeaux. A signaler particulièrement le trajet d'Yssingeaux à Monistrol, par le pont de l'Enceinte, qui descend dans de belles gorges.

Nous avons insisté un peu sur le côté pittoresque de ces excursions, parce que, comme nous l'avons dit, ces régions ne sont pas connues autant qu'elles mériteraient de l'être : nous allons souvent chercher hors de notre pays des sites moins intéressants que ceux qui sont ainsi facilement à notre portée. Mais il ne faudrait pas croire que toute la session s'est passée en visites ou en excursions : on a travaillé dans les sections et on a bien travaillé dans plusieurs d'entre elles. Mais comme nous l'avons dit, il est impossible de chercher à résumer les travaux présentés, d'autant que la plupart sont très spéciaux et exigeraient d'assez longs développements pour être exposés, même sommairement. Aussi nous nous bornerons à signaler ceux qui nous paraissent avoir attiré le plus l'attention générale ou qui ont donné lieu à des discussions importantes.

Le major général de Wendrich, délégué du Ministre des Voies de communication de Russie, a donné une idée du réseau des chemins de fer en Russie, et a exposé, notamment, le projet du chemin de fer transsibérien; il a indiqué les moyens d'exécution et fait connaître l'état d'avancement des travaux.

Une importante discussion s'est élevée dans la Section du Génie civil sur les conditions de réalisation du projet qui consiste à doter la ville de Saint-Etienne d'une voie de communication navigable, qui lui fait absolument défaut et qui permettrait d'abaisser notablement les prix de transport. Les avantages sont certains; la question est de savoir si la dépense nécessaire à l'exécution du projet n'est pas hors de proportion avec la valeur de ces avantages.

Signalons encore, dans la même Section, une autre discussion sur la construction des barrages, question qui, comme nous l'avons déjà dit, est capitale pour la région.

En Chimie, une discussion préliminaire s'est élevée à l'occasion d'un rapport publié par l'*Association* en vue d'arriver à une régularisation et une uniformisation de la nomenclature chimique pour les composés organiques, ou, du moins, pour certaines classes de ces composés. Les conclusions devront être soumises ultérieurement à un congrès international qui, seul, a qualité pour décider d'une manière définitive.

Dans les Sciences médicales, un rapport avait été également distribué sur l'actinomycose : il a donné lieu à une importante discussion à laquelle ont pris part, notamment, un certain nombre de médecins lyonnais; on sait que la question de cette affection parasitaire a été étudiée spécialement à Lyon.

D'intéressants renseignements ont été fournis à la Section de Géographie sur la vie et les travaux de l'explorateur Francis Garnier qui est né à Saint-Etienne.

Quelques graves questions ont été soulevées à la Section d'Économie politique et ont donné lieu à des débats remarquables qui ont, à juste titre, appelé l'attention. Nous signalerons par exemple la question de l'intervention de l'Etat dans les grèves, celle de l'assurance obligatoire pour les ouvriers, celle encore de l'accroissement du fonctionnarisme et du danger qu'il crée au point de vue budgétaire par l'augmentation continue de la somme nécessaire aux pensions de retraite.

Nous avons choisi, à dessein, parmi les nombreuses questions figurant au programme, celles qui ne présentent pas un caractère trop spécial et qui étaient susceptibles d'attirer l'attention de tous les congressistes, à quelque section d'ailleurs qu'ils appartinssent; mais il va sans dire que ces indications sommaires ne donnent pas une idée complète du travail effectué, travail scientifique et intellectuel. On aura une idée de la grandeur de ce travail par le fait que le nombre des communications présentées a dépassé 300.

L'*Association française* avait reçu de la ville de Boulogne-sur-Mer une invitation pour l'année 1899 : cette invitation a été accueillie avec empressement, car elle donne satisfaction à un désir souvent exprimé et est la conséquence d'une entente dont les premières bases ont été établies il y a longtemps déjà. La session de la *British Association* se tiendra à Douvres cette même année : il est déjà entendu que les congrès auront lieu à la même époque, au commencement de septembre probablement, car c'est la date ordinaire des congrès de l'Association britannique, et il est naturel que l'Association française se conforme aux habitudes de sa sœur aînée; il est également entendu en principe que les deux Associations se réuniront une fois au moins, sinon deux. Il nous paraît inutile d'insister sur l'intérêt que présentera la réunion de ces deux grandes sociétés; aussi nous espérons que, prévenus à l'avance, les savants français prendront leurs mesures pour venir assister en grand nombre au Congrès de Boulogne-sur-Mer, en 1899.

Le vice-président actuel de l'Association française, qui sera président pour cette session de 1899, est M. le professeur Brouardel, membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, doyen de la Faculté de Médecine de Paris : on ne pouvait faire un meilleur choix.

LE RAFFINAGE EN SUCRERIE

ET LA FABRICATION DU BIOXYDE DE BARYUM

Un mouvement des plus intéressants se dessine dans la sucrerie française : le problème, depuis si longtemps cherché, d'opérer le raffinage dans l'usine même qui produit le sucre, commence à recevoir une solution économique, et le fabricant de sucre entrevoit ainsi la possibilité de se soustraire à la tyrannie financière du raffineur.

Les procédés, dont on entrevoit l'emploi et que l'on applique déjà, d'ailleurs, pour raffiner en sucrerie,—procédés Ranson,—diffèrent notablement de ceux que le raffineur met en œuvre. Ils ont surtout pour base l'emploi de l'eau oxygénée ; de sorte que ce liquide, longtemps peu utilisé dans les arts, semble devoir y obtenir prochainement un important débouché.

Depuis quelques années d'ailleurs, quelques industries le consomment en quantités croissantes et déjà considérables : il intervient aujourd'hui dans le blanchiment de la laine, de la soie, des farines, des plumes, de l'ivoire, des os, et de la paille destinée à la chapellerie. Tout prochainement, le blanchiment exigera annuellement 10 millions de kilogrammes d'eau oxygénée. Il est difficile de prévoir le supplément que le raffinage en sucrerie va réclamer. Mais il est bien évident qu'il s'agira, en ce cas, d'une quantité énorme de liquide.

Une conséquence toute forcée de cette consommation va être la grande extension d'une fabrication demeurée jusqu'ici très restreinte : celle du bioxyde de baryum, employé à produire l'eau oxygénée. Rien que pour obtenir les 10 millions de kilos de cette eau affectés au blanchiment, deux millions de kilos de bioxyde de baryum sont nécessaires.

Aussi se fondent, en ce moment, sur le sol français, des usines destinées à fabriquer cet oxyde. En raison du développement qui attend cette industrie, il nous a paru utile d'en indiquer ici les conditions scientifiques et techniques. Mais avant de les exposer, nous devons indiquer brièvement le principe des procédés qui, introduisant une véritable révolution dans l'industrie du sucre, vont déterminer un énorme surcroît de production du bioxyde de baryum.

I. — Le raffinage en fabrique par l'eau oxygénée.

M. Ranson, l'inventeur de la méthode que diverses sucreries entreprennent actuellement de mettre en œuvre, a eu l'idée de remplacer le noir animal des raffineurs par l'eau oxygénée et l'acide hydrosulfureux, ce qui rend le raffinage possible pour les productions, relativement faibles, d'une seule fabrique de sucre.

Par ses dispositifs mécaniques spéciaux très simples, M. Ranson fabrique du raffiné en plaquettes sans l'emploi de la turbine ; il évite donc une dépense considérable, et obtient un rendement plus élevé en sucre régulier rangé. Le prix du raffinage est beaucoup plus bas que celui des raffineries actuelles, non compris la perte véritable en sucre dans le noir, malgré les lavages très soignés.

En outre, le fabricant-raffineur n'a plus pour ses sucres bruts de transport, de courtage, d'emballage ; il évite aussi la réfraction sur ses sucres roux, et conserve sa mélasse ; il a donc sur son concurrent le raffineur une avance très appréciable (variant de 3 à 4 francs pour 100 kilos), non compris, bien entendu, l'avantage qu'il a d'utiliser une partie de son personnel et de son matériel de fabrication.

Pratiquement, on décolore et on épure les sirops de raffinerie par l'eau oxygénée, puis on enlève l'excès de ce corps, et on complète son action par l'acide hydrosulfureux ; finalement, on transforme les sulfites en sulfates correspondants par une addition rigoureuse d'eau oxygénée. Le sucre obtenu, bien blanc, a très bon goût, et se conserve parfaitement en magasin.

Dans le procédé appliqué à la fabrication du sucre, l'inventeur se propose l'obtention facile de sucre blanc extra, susceptible d'être vendu directement à la consommation, et de bénéficier des avantages donnés par la loi sucrière récemment votée.

Pratiquement, les sirops sortant du triple effet, sont sulfités à neutralité et filtrés, puis on transforme les sulfites en sulfates par une addition déterminée d'eau oxygénée, et on produit ensuite de l'acide hydrosulfureux à l'état naissant, au sein même du sirop. On obtient finalement des sirops très décolorés, épurés, et dont la majeure partie de la viscosité est enlevée, ce qui facilite singulièrement la filtration, la cuite et la cristallisation. Les égouts sont alcalinisés avant d'être cuits au filet.

Ce procédé arrive incontestablement à son heure, étant donné l'emploi de la cristallisation en mouvement qui se généralise de plus en plus, quoique donnant des sucres de nuances et de qualités inférieures. En combinant ce travail avec les

cristallisoirs, on arrivera certainement à obtenir la totalité ou la presque totalité du sucre extractible en un seul jet.

Ce procédé, tant en raffinerie qu'en sucrerie, ne produit pas de glucose ni autre transformation du sucre ; les expériences industrielles et de laboratoire de MM. Vivien, Beaudet, Cavroy, Mittelmann et Gouthière, sont très concluantes à ce sujet.

Actuellement, les procédés Ranson fonctionnent ou vont fonctionner dans les sucreries et raffineries de Beaumont (Pas-de-Calais), de Brienon (Yonne), de Crépy-en-Laonnois (Aisne), de la Chasse-Royale, près Mons (Belgique), de Pont-à-Vendin (Pas-de-Calais), en Allemagne, etc.

La sucrerie-raffinerie Cavroy, à Beaumont (Pas-de-Calais), berceau du procédé, fabrique du sucre raffiné sans interruption depuis le mois de décembre dernier, et le livre à la consommation au fur et à mesure de sa production.

Pour satisfaire au supplément de production d'eau oxygénée que le raffinage « en fabrique » va nécessiter, il va falloir accroître l'outillage industriel destiné à produire l'oxyde de baryum. On demeure surpris de constater que la France est jusqu'à présent restée tributaire de la fabrication étrangère pour se procurer la plus grande partie des produits barytiques. Les neuf dixièmes du bioxyde de baryum employé pour l'eau oxygénée sont importés d'Angleterre et d'Allemagne. Nous ne connaissons que quelques usines en France outillées pour la fabrication du bioxyde de baryum par le traitement de la whitérite importée d'Angleterre, ou des chlorures de baryum importés d'Allemagne, et l'usine de Jussy (Aisne) où l'on fabrique le bioxyde en traitant le sulfate de baryte venant de Belgique. En se mettant en mesure de répondre aux besoins actuels, une usine de produits barytiques trouverait en France des débouchés assurés et considérables.

Les matières premières qui peuvent être employées dans la fabrication des produits barytiques en France sont : le sulfate de baryte, le chlorure de calcium, le nitrate de soude.

II. — Fabrication du bioxyde de baryum.

Nous diviserons la fabrication du bioxyde de baryum en trois phases :

1° Fabrication du nitrate de baryum à partir des matières premières;

2° Fabrication de la baryte à partir du nitrate;

3° Peroxydation de la baryte.

§ 1. — Fabrication du nitrate de baryum.

1er *Procédé : Traitement de la whitérite par l'acide azotique.* — On transforme la whitérite (carbonate de baryte naturel) en nitrate, en la dissolvant dans l'acide azotique. On traite à chaud la whitérite pulvérisée, de manière à obtenir une dissolution marquant 21 à 22° B; on décante le liquide clair, on le fait cristalliser, et on obtient de beaux cristaux blancs de *nitrate.*

Quand on traite le carbonate résiduaire provenant des sucreries, il est bon de le calciner avant de le dissoudre dans l'acide.

Le procédé est coûteux, les deux produits employés étant d'un prix assez élevé.

2e *Procédé : Traitement du sulfure de baryum par l'acide nitrique.* — L'emploi du sulfate de baryte est beaucoup plus avantageux, car il est très *répandu* dans le midi de la France, et aussi et surtout, en Belgique. Il revient à moins de 20 francs la tonne à l'usine. On le transforme en sulfure en chauffant un mélange calculé de sulfate de baryte et de charbon, que l'on agglomère avec de la résine, du goudron, de l'huile ou de la colle de farine; cette opération s'effectue dans un four à réverbère de 4 mètres de longueur, 2 mètres de largeur, et de $0^m,35$ de hauteur à la clef de voûte ; on ringarde souvent pendant l'opération qui dure deux heures, chargement et déchargement compris, et qui est représentée par l'équation suivante :

$$BaSO^4 + 4C = BaS + 4CO.$$

On traite ensuite la matière calcinée par l'eau, dans une cuve hermétiquement close, et munie d'un agitateur; on fait arriver lentement un courant d'acide chlorhydrique. Ce dernier est préférable à l'acide azotique, qui donnerait naissance par oxydation à des sulfates, mais qui, d'autre part, a l'avantage de transformer directement le sulfure de baryum en azotate et en H^2S, qui se dégage. La dissolution évaporée *laisse alors déposer*, par le refroidissement, des cristaux de nitrate de baryte, qui, après calcination, donnent la baryte caustique. On peut se débarrasser de H^2S en le faisant brûler dans le foyer du four servant à la fabrication du sulfure. Par le traitement à l'acide chlorhydrique, on obtient $BaCl^2$, que l'on doit transformer en nitrate par un procédé indiqué plus loin.

3e *Procédé : Traitement du sulfure de baryum par l'azotate de soude.* — On a proposé de remplacer l'acide nitrique par l'azotate de soude; en faisant bouillir le sulfure de baryum avec de l'azotate de soude, on obtiendrait des cristaux d'azotate de baryte, et le sulfure de sodium resterait en dissolution.

$$BaS + 2AzO^3Na = Ba(AzO^3)^2 + Na^2S.$$

Nous donnons ce troisième procédé sous toutes réserves.

4° *Procédé : Traitement du chlorure de baryum par le nitrate de soude.* — Ce chlorure de baryum provient d'Allemagne. La réaction est la suivante :

$$BaCl^2 + 2(NaAzO^3) = Ba(AzO^3)^2 + 2NaCl.$$

5° *Procédé : Traitement du sulfate de baryte par le charbon et le chlorure de calcium.* — Ce procédé consiste à faire agir le chlorure de calcium provenant des usines Solvay, et coûtant 60 francs la tonne, avec teneur de 75 °/₀, sur un mélange de sulfate de baryte et de charbon :

$$CaCl^2 + BaSO^4 + 4C = 4CO + BaCl^2 + CaS.$$

On broie de la grosseur d'une noisette le chlorure de calcium fondu, puis on le mélange au sulfate et au charbon finement pulvérisés. L'opération se fait dans un four à réverbère à deux soles ; on fait la charge sur la sole la plus éloignée du foyer, où le mélange se prend en masse par la fusion du chlorure de calcium; au bout d'une heure, on pousse le mélange sur la première sole, où s'effectue la réaction. Au bout de deux heures environ, on retire une masse noirâtre, d'apparence fondue et poreuse, d'un gris clair à l'intérieur.

On a essayé des fours à trois soles superposées, donnant de bons résultats.

On arrive à obtenir 68 °/₀ de $BaCl^2$.

Après le défournement, la matière pâteuse se solidifie dans les wagonnets, et donne une masse que l'on concasse, et que l'on place dans des bacs munis d'un double fond en tôle perforée, et chauffés à la vapeur. On fait arriver de l'eau, que l'on porte à l'ébullition, on fait écouler le liquide, qui doit marquer 32° B, et qui contient CaS, BaS et des sulfhydrates; on y fait passer un courant de CO^2; le liquide s'éclaircit, et il se précipite CO^3Ba et CO^3Ca; on le fait couler dans des chaudières, où l'on concentre à 35° B.

Ayant obtenu la solution de $BaCl^2$, on y ajoute par petites portions du nitrate de soude en quantités calculées, en agitant fortement. Le nitrate de soude naturel, dont le marché est à Dunkerque, revient à 200 francs la tonne; une tonne de bioxyde exige 1.544 kilos de nitrate de soude. On opère sur 2.000 litres environ de $BaCl^2$ à 35° B. On maintient à l'ébullition avec un barboteur de vapeur ; le nitrate de baryte étant peu soluble, commence à se précipiter; quand tout le nitrate a été ajouté, on ouvre une bonde de décharge : le nitrate et le liquide sont amenés dans des bacs plats ; on relève le sel, on l'essore et l'on claircе. Ce sel contient encore, interposée, une solution de NaCl; on le redissout dans des eaux mères provenant de cristallisations précédentes; on concentre de 21 à 22° B, on filtre, puis on écoule dans des cristallisoirs; le sel blanc est retiré, lavé, essoré et séché. Il est indispensable de se débarrasser du chlorure de sodium : 0,1 °/₀ à 0,5 °/₀ gêne considérablement la cuisson du nitrate.

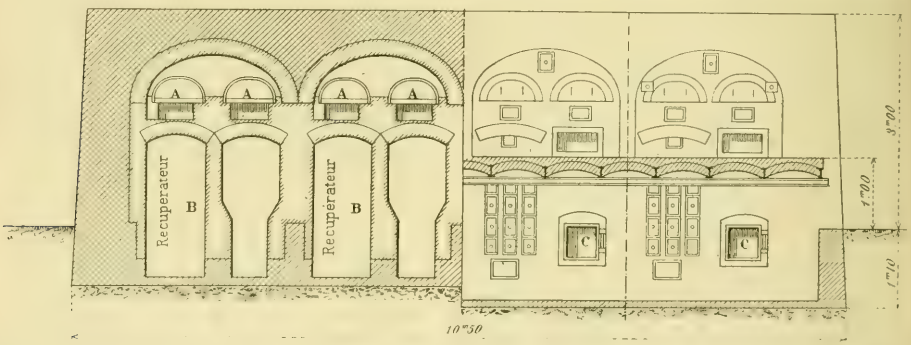


Fig. 1. — *Fours à récupération pour la transformation du nitrate en oxyde de baryum.* — A, moufles; B, récupérateurs; C, portes de chargement des gazogènes.

§ 2. — Préparation de la baryte.

Le nitrate de baryte blanc et sec est chargé, sortant de l'étuve, dans des boîtes réfractaires de dimensions variables : soit de forme carrée de 0m,40 de côté et de 0m,12 de hauteur, soit de forme rectangulaire.

Ces boîtes doivent être elles-mêmes bien sèches et dépourvues de tout défaut, pour éviter les cassures et les pertes qui en résulteraient pendant la fusion. Chaque boîte contient environ de 45 à 50 kilos de nitrate.

On emploie, dans certaines usines, des boîtes plus petites, contenant 18 kilos; on a essayé des boîtes en fonte, lutées intérieurement avec un ciment réfractaire, mais il fallait opérer la cuisson du nitrate à basse température, ce qui donnait une

baryte compacte, difficile à peroxyder. Chaque boîte ne peut servir qu'une fois, et coûte environ 0 fr. 80.

Il faut avoir des boîtes peu siliceuses, car les silicates et aluminates de baryte sont très fusibles.

La fusion s'opère dans des fours spéciaux à récupération (fig. 1). Les boîtes sont enfournées côte à côte dans un moufle, chauffé par les flammes d'un gazogène, à une température de 1.100 à 1.200°. Chaque moufle peut contenir six de ces boîtes, ce qui représente environ 280 à 300 kilos de nitrate.

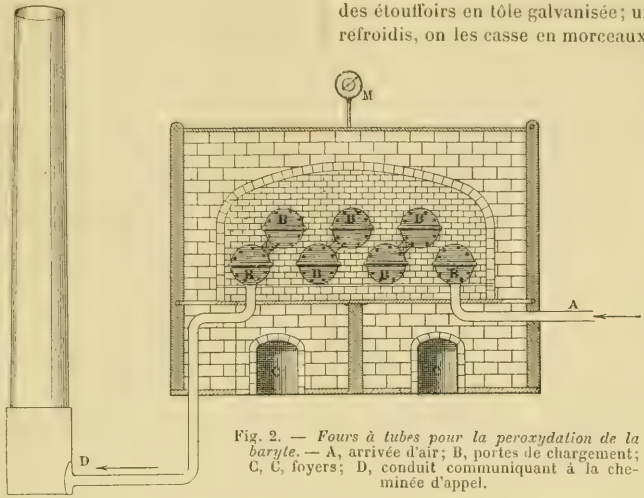


Fig. 2. — *Fours à tubes pour la peroxydation de la baryte.* — A, arrivée d'air; B, portes de chargement; C, C, foyers; D, conduit communiquant à la cheminée d'appel.

Sur la porte du four est un regard, qui permet de suivre les phases de l'opération.

Le nitrate commence à fondre. Cette fusion dure trois heures. La masse entière devient complètement liquide, après avoir abandonné ses produits nitreux. Elle commence alors à se figer, et devient de plus en plus compacte; après trois autres heures de cuisson, la masse, complètement prise, est devenue spongieuse et grisâtre : elle est transformée en baryte.

Le dégagement de produits nitreux, qui a lieu pendant la fusion, s'opère par une ouverture placée à la partie supérieure du fond du moufle, communiquant avec un caniveau. Ces produits vont se condenser dans une série de bonbonnes, et se rendent dans une colonne de récupération, puis dans une cheminée d'appel. Les boîtes réfractaires absorbent de 500 à 800 grammes de baryte.

L'opération terminée, on retire rapidement les boîtes, on les casse, et on introduit la baryte dans des étouffoirs en tôle galvanisée; une fois les pains refroidis, on les casse en morceaux de la grosseur d'une noix.

On peut faire par four, trois opérations et demie en vingt-quatre heures.

La transformation du nitrate s'opère d'après la réaction suivante :

$$Ba(AzO^3)^2 = BaO + Az^2O^4 + O.$$

261 kilos de nitrate donnent : 153 kilos de baryte; 92 kilos de produits nitreux; 16 kilos d'oxygène.

§ 3. — **Peroxydation de la baryte.**

Boussingault a démontré que la baryte portée à la température du rouge sombre, environ 500°, absorbe l'oxygène de l'air pour se transformer en bioxyde.

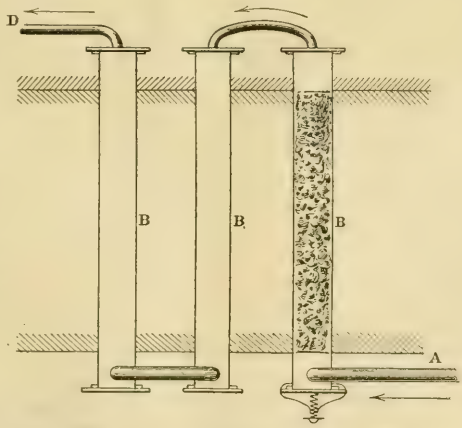


Fig. 3. — *Plan du four à tubes pour la peroxydation.* — A, conduit d'arrivée d'air; B, tubes en fonte; D, sortie d'air.

1. — *Peroxydation dans les fours à tubes.* — La peroxydation peut se faire dans un four à peroxyder. Ce four (fig. 2 et 3) est traversé par une série de tubes en fonte B, ayant environ 2 mètres de longueur, et $0^m,26$ de diamètre intérieur, formant chacun un volume utilisable de 100 décimètres cubes, et pouvant contenir chacun 200 kilos de baryte. Ce four contient 7 tubes. Chaque four peut donc contenir 1.400 kilos de baryte.

La baryte, cassée en morceaux, est placée dans des chemises cylindriques en tôle mince (*cartouches*),

qui s'emboîtent avec facilité dans les tubes en fonte du four.

On ferme hermétiquement les extrémités de ces tubes, qui communiquent entre eux par un système de tuyaux, permettant de faire passer un courant d'air débarrassé de son humidité et de son acide carbonique. Pour transformer 153 kilos de BaO en BaO^2, il faut 16 kilos d'oxygène.

1 mètre cube d'oxygène pèse 1 kil. 429; donc 16 kilos d'oxygène représentent 11 mètres cubes, ou 32 mètres cubes d'air. Il faut donc 32 mètres cubes d'air pour produire 169 kilos de BaO^2; comme le four peut traiter, par chaque opération, 1.400 kilos de baryte, il faudra 475 mètres cubes d'air.

Avec une simple cheminée d'appel, l'opération dure quatre heures; avec une pompe à compression d'air, on réduit le temps de l'opération des deux tiers.

Quand la peroxydation est terminée, on retire les cartouches; on les vide dans des tonneaux en fer, que l'on ferme pendant le refroidissement, lequel doit s'opérer à l'abri de l'air.

2. — *Peroxydation dans les moufles.* — La peroxydation dans les tubes présente des difficultés pour le chargement. Le four avec tubes peut être remplacé par un moufle en fonte de $0^m,60$ de hauteur, renfermant cinq plaques superposées, d'une longueur de 3 mètres environ et disposées sur un wagonnet. On charge la baryte, sur une épaisseur de 5 à 6 centimètres, sur chaque plaque; le fond du moufle est percé d'ouvertures correspondant aux plaques; la porte du four est à doubles parois, à l'intérieur desquelles pénètre l'air, qui vient déboucher dans le moufle par cinq rangées d'ouvertures; au niveau de chaque plaque, cet air est préalablement chauffé dans des tubes qui circulent dans les flammes du foyer. Pour le débarrasser de l'eau et de l'acide carbonique, on le fait passer sur les résidus de baryte des fours de cuisson.

L'opération dure dix heures.

On conduit le four de manière à obtenir la température du rouge sombre : quand l'opération est bien conduite, les morceaux de bioxyde sont jaune d'or, et de consistance molle; le ringard peut s'y enfoncer sans apparence de coulage.

Enfin, on peut réaliser une économie de combustible en chauffant le four à bioxyder avec les flammes perdues du four à baryte, lorsque ce dernier n'est pas à récupération.

Après refroidissement à l'abri de l'air, le bioxyde est concassé une première fois, bluté et pulvérisé : il faut obtenir la plus grande finesse possible : pour cela, on emploie un broyeur à boulets. Du bioxyde titrant 92 à 95 %, donne, après broyage, 90 à 92 %; il doit être bien tassé, pour l'emballage, dans des tonneaux bien secs, et représenter une densité de 3 à 3,5.

Il est ensuite livré à la consommation.

III. — Fabrication industrielle de l'eau oxygénée.

On prépare l'eau oxygénée en dissolvant, dans un acide étendu, le bioxyde de baryum pulvérisé; cette préparation demande à être conduite lentement et bien régulièrement. Le matériel se compose d'une série de cuves de 2.000 à 2.500 litres chacune. Au-dessus, sont de petites cuves munies d'agitateurs, dans lesquelles on délaie le bioxyde avec de l'eau froide. Le liquide obtenu coule directement dans les cuves, en mince filet, d'une façon continue.

Pour la mise en train d'une cuve, on introduit une certaine quantité d'eau provenant de lavages du sulfate de baryte, quelques litres d'acide chlorhydrique avec un peu d'acide phosphorique, et l'on fait arriver un courant continu d'acide sulfurique dilué; on règle les deux écoulements de manière à ce que le liquide reste acide. La cuve doit rester froide. On relève de temps en temps le titre au permanganate. Une cuve de 2.000 litres doit gagner 2 volumes d'oxygène par jour. Quand la cuve titre environ 10 volumes, on arrête l'écoulement d'acide et de BaO^2, on ajoute de petites portions de lait de BaO^2, jusqu'à ce que le papier devienne violet; on passe les résidus aux filtres-presses et on obtient le blanc fixe employé en papeterie. L'eau oxygénée claire est traitée par un sulfate, pour éliminer le chlorure de baryum, et on y ajoute un peu d'acide phosphorique pour la stabilité. Elle est mise en touries et expédiée.

On peut employer différents acides, même l'acide carbonique; on obtient de l'eau oxygénée très pure, mais il faut employer un bioxyde très pur, exempt de silice et de fer; il faut opérer sous pression. 200 grammes de bioxyde donnent un peu plus d'un litre d'eau oxygénée, à 10 volumes.

Tels sont les principes généraux de la fabrication du bioxyde de baryum et de l'eau oxygénée. Comme nous l'avons vu, ces deux industries sont appelées à prendre un essor considérable par l'introduction du raffinage en fabrique, et, à cette occasion, il nous a paru utile de les signaler aux lecteurs de la *Revue*.

F. Dommer,
Professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie de la Ville de Paris et à l'Ecole des Hautes-Études commerciales.

LE PROBLÈME DES PRÉALPES

Le voyageur qui, de Lausanne ou de Vevey, admire le merveilleux panorama du fond du lac de Genève, est loin de se douter que les montagnes qui se dressent au premier plan sur les deux rives du lac et qui masquent de leur crêtes dentelées le soubassement de la Dent de Morcles et de la Dent du Midi sont aujourd'hui considérées par toute une école de géologues comme n'étant plus en place, comme faisant partie d'un grand massif, situé autrefois dans les Alpes centrales, et qui serait venu, après s'être détaché de son emplacement primitif, occuper sa position actuelle en passant pardessus les massifs cristallins du Finsteraarhorn, du Mont-Blanc et des Aiguilles-Rouges. Grâce à un immense charriage horizontal, toute une zone de terrains secondaires plissés, appartenant aux Alpes occidentales et s'étendant sur une longueur de 110 kilomètres et sur une largeur de 15 à 20 kilomètres, occupant donc une surface de plus de 2.000 kilomètres carrés, serait venue reposer sur un fond de terrains plus récents, sur le Flysch.

La zone, qui formerait ainsi une masse énorme en recouvrement [1], est connue sous le nom de zone des *Préalpes* ou de zone du Chablais (fig. 1); elle constitue une large bande des chaînes extérieures, comprise entre la vallée de l'Arve et le lac de Thoune; elle est divisée par un resserrement, correspondant à la vallée du Rhône, du Bouveret à Bex, en deux segments inégaux, les Préalpes du Chablais, sur la rive gauche, et les Préalpes Vaudoises, Fribourgeoises et Bernoises ou Préalpes Romandes, sur la rive droite. Sur le bord extérieur de chacun de ces segments, les chaînons et les plis sont disposés en arcs de cercle à concavité tournée vers l'extérieur des Alpes, qui viennent se raccorder le long d'une ligne de rebroussement correspondant précisément à la vallée du Rhône.

I

L'hypothèse du recouvrement de l'ensemble des Préalpes fut proposée dès 1884 par M. Marcel Bertrand, mais elle fut bientôt abandonnée par son auteur lui-même. En 1893, M. Hans Schardt arriva de son côté à une interprétation tout à fait analogue, en se basant toutefois sur des faits d'un ordre différent. Mais le problème de l'origine des Préalpes est entré dans une phase nouvelle depuis la publication par M. Lugeon d'un très remarquable et très important ouvrage intitulé : *La région de la Brèche du Chablais* [1]. L'auteur, un jeune géologue suisse, collaborateur au Service de la Carte géologique de France, après avoir adopté successivement deux hypothèses différentes sur la tectonique du Chablais, se range maintenant à celle de M. Schardt; il en discute longuement le pour et le contre et présente de nombreux faits nouveaux qu'il considère comme arguments décisifs en faveur de la théorie du recouvrement général des Préalpes.

Quelque invraisemblable qu'elle puisse paraître au premier abord, cette théorie mérite une discussion approfondie; cependant on verra dans la suite quels sont les arguments qui nous empêchent provisoirement de l'adopter.

Les faits sur lesquels on a basé l'hypothèse du recouvrement sont à la fois d'ordre stratigraphique et d'ordre tectonique. Nous énumérerons d'abord les premiers.

Depuis longtemps plusieurs auteurs avaient été frappés des profondes différences de faciès que présentent les terrains secondaires dans les chaînes extérieures sur la rive droite de l'Arve, entre Bonneville et Cluse, et sur la rive gauche; le même contraste a également été constaté entre les deux rives du lac de Thoune; enfin, il existe les plus profondes différences entre les terrains situés au nord-ouest d'une ligne passant par Samoëns, Bex, Gsteig, Frutigen et qui forme la limite entre les Préalpes et les Hautes-Chaînes calcaires et ceux qui sont situés au sud-est de cette ligne.

Le changement de faciès entre les terrains des Préalpes et ceux des Hautes-Chaînes est extrêmement brusque, et il n'y a qu'un petit nombre de points où l'on puisse constater, pour l'un ou l'autre terrain, des passages entre les deux types. La différence est surtout frappante pour les terrains crétacés : Néocomien à Céphalopodes dans les Préalpes, calcaires à Spatangues et calcaires urgoniens à Rudistes dans les Hautes-Chaînes; couches rouges sénoniennes dans les Préalpes, Sénonien blanc dans les Hautes-Chaînes. Le Gault, si bien développé dans ces dernières, fait entièrement défaut dans les Préalpes et il en est de même des calcaires à Nummulites de l'Eocène supérieur. M. Schardt a conclu de ces faits que les Préalpes forment comme une masse étrangère sur la bordure nord-ouest des Alpes.

Le principal fait d'ordre tectonique sur lequel

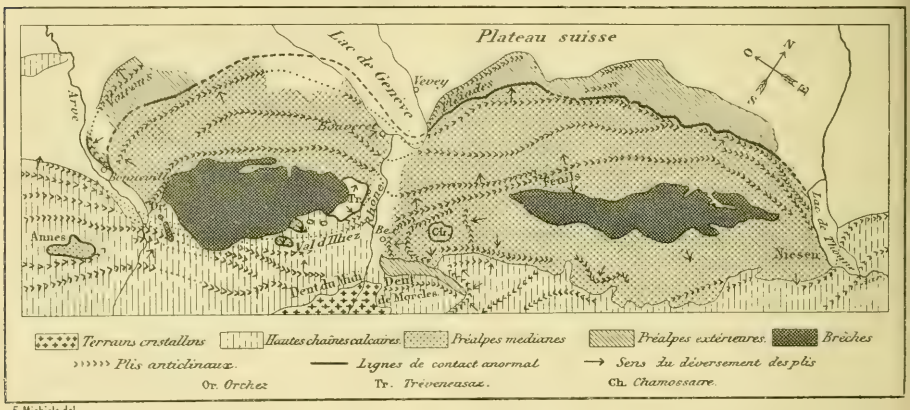
[1] Voir, pour le rôle des phénomènes de recouvrement, l'article de M. Marcel Bertrand : *Les récents progrès de nos connaissances orogéniques*, Revue générale des Sciences, 15 janvier 1892.

[1] Bull. Serv. Carte géol., t. VII, n° 49, 310 p., 8 pl.

on a basé l'hypothèse du recouvrement est le suivant : partout où, dans les Préalpes, on trouve le substratum du Trias, du Permien ou du Carbonifère, il est formé par un terrain plus récent, le plus souvent par du Tertiaire. C'est ce que M. Schardt a appelé la loi des Préalpes. Ainsi, pour ne citer que quelques exemples, le Trias du massif de Tréveneusaz (fig. 1, Tr.) repose sur la Mollasse rouge du val d'Illiez; celui du soubassement du massif des Hautforts repose au sud-est sur le Flysch; la bordure triasique du Chablais présente le Flysch comme substratum, partout où ce substratum est visible.

M. Schardt et M. Lugeon croient pouvoir affirmer que les Préalpes sont en repos anormal sur tout leur pourtour, mais ils n'envisagent pas toute la masse des Préalpes comme un immense lambeau de recouvrement unique. L'étude des dislocations et la répartition des faciès ont conduit les deux géologues suisses à considérer la zone du Chablais comme formée de plusieurs nappes superposées. La chaîne la plus extérieure, celle des Voirons et des Pléiades, constituerait, avec la lame de Néocomien à Céphalopodes qui borde au nord-ouest les Hautes-Chaînes calcaires vaudoises, une nappe inférieure; puis viendrait une deuxième nappe, qui correspondrait à la masse principale et qui supporterait la troisième nappe, caractérisée par la présence de grandes épaisseurs de brèches calcaires d'âge jurassique. Cette nappe supérieure serait réduite par l'érosion en plusieurs lambeaux d'étendue inégale, dont les plus petits sont situés sur la rive droite du Rhône, dans les massifs du Simmenthal et de la Gummfluh, tandis que le plus important est situé sur la rive gauche, dans le Chablais, dont il occupe toute la partie centrale. C'est ce massif de la Brèche du Chablais qui fait plus particulièrement l'objet du mémoire de M. Lugeon; il possède la forme d'une immense vasque elliptique, de plus de 30 kilomètres de grand axe, et se trouve constitué par les Brèches jurassiques surmontant un soubassement de Trias et supportant un manteau de Flysch, dans lequel se trouvent inclus des pointements de roches cristallines.

Les auteurs de l'hypothèse du recouvrement de toute la zone des Préalpes admettent que les nappes en recouvrement ont subi, postérieurement au charriage, des compressions latérales qui y ont déterminé des plissements comme dans un ensemble de couches en superposition normale. Dans ce dernier plissement la Brèche se serait comportée comme une masse passive, pesant de son poids énorme sur son substratum, de manière à déterminer la direction et le sens du déversement des plis.



E. Michiels del.

Fig. 1. — *Carte schématique de la région des Préalpes, d'après M. Lugeon (avec quelques modifications).*

L'hypothèse du charriage lointain a été appliquée par ses auteurs non seulement aux Préalpes, mais encore aux « Klippes », c'est-à-dire à des masses exotiques situées au milieu des Hautes-Chaînes calcaires de Suisse et de Savoie, qui ont de tout temps constitué de véritables énigmes. Les terrains de ces « Klippes » présentent en général les mêmes faciès que dans les Préalpes et contrastent de la manière la plus frappante avec ceux des chaînes environnantes. La tectonique des « Klippes » rappelle également celle des Préalpes; souvent le Trias y repose en superposition anormale sur le Flysch. MM. Schardt et Lugeon envisagent donc les « Klippes » comme des fragments d'une grande nappe de recouvrement, la même que la nappe principale des Préalpes, nappe qui, au sud de l'Arve et au nord-est du lac de Thoune, aurait été

réduite par les agents atmosphériques en lambeaux isolés. Dans cette hypothèse, le grand pli couché, dont les « Klippes » seraient des lambeaux de recouvrement, aurait donc sa racine bien au sud et à l'est de l'emplacement actuel des « Klippes »; MM. Steinmann, Quereau et Schmidt cherchent au contraire l'origine des « Klippes » suisses dans un pli situé au nord des Alpes et déversé vers le sud sur la bordure actuelle[1].

II

L'hypothèse de MM. Schardt et Lugeon a le grand avantage d'expliquer à la fois les particularités stratigraphiques et tectoniques des Préalpes et celles des « Klippes »; elle est d'une grandiose simplicité et certainement elle s'imposerait à l'esprit de tous les lecteurs du beau livre dans lequel M. Lugeon s'en est fait le défenseur si, d'une part, elle ne se heurtait à de très sérieuses difficultés et si, d'autre part, une autre hypothèse, qui nous paraît beaucoup plus naturelle, ne rendait tout aussi bien compte de la structure des Préalpes. Cette hypothèse la voici :

On a remarqué depuis longtemps que, dans les Préalpes, les faciès des terrains secondaires restaient sensiblement les mêmes quand on les suivait dans un même chaînon parallèlement au bord des Alpes, mais qu'ils changeaient très rapidement lorsqu'on les suivait dans une direction perpendiculaire à celle des chaînons. On peut établir ainsi une série de bandes ou de zones longitudinales, caractérisée chacune, pour un étage donné, par un faciès spécial. Si l'on suppose que les Préalpes ont subi simplement une compression latérale, que l'ensemble de la région est en place et que les différents chaînons occupent leur position relative primitive, on peut admettre que ces zones correspondent à des bandes plus ou moins parallèles, dans chacune desquelles les conditions de sédimentation étaient différentes; mais on s'aperçoit bien vite que ces conditions sont restées à peu près les mêmes pendant toute la durée de la période jurassique; que, par exemple, telle bande, littorale au Lias inférieur, sera également littorale au Bathonien; que telle bande, vaseuse au Bajocien, le sera aussi au Jurassique supérieur. On peut d'ailleurs faire cette constatation dans presque toute l'étendue des Alpes occidentales, mais dans les Préalpes la persistance des caractères de sédimentation d'un étage à l'autre est particulièrement manifeste. On retrouve sur l'emplacement des Préalpes le grand géosynclinal alpin que l'on suit tout le long de la chaîne depuis les Basses-Alpes jusque dans la Suisse orientale pendant toute la durée des temps secondaires, et sa présence se traduit par une large bande de dépôts vaseux, limitée de part et d'autre par une bande de dépôts à caractères plus ou moins littoraux; mais dans les Préalpes ce géosynclinal était accidenté par un géanticlinal médian, correspondant à une bande dans laquelle les étages du Jurassique affectent des caractères littoraux, certains d'entre eux faisant même entièrement défaut, ce qui indique une émersion temporaire du géanticlinal. Si l'on coupe transversalement les Préalpes Romandes, on traverse en effet successivement les zones de sédimentation suivantes : 1° une zone extérieure à faciès vaseux[1], qui fait suite au sud-est à la zone jurassienne à faciès de mer peu profonde; 2° une zone littorale externe (calcaires à entroques liasiques, couches à Mytilus bathoniennes); 3° une zone axiale dépourvue de Lias et de Dogger et dans laquelle un Jurassique supérieur coralligène repose immédiatement sur le Trias; 4° une zone littorale interne (calcaires à Gryphées, calcaires à entroques); 5° une zone intérieure à faciès vaseux, à laquelle fait suite, dans les parties avoisinantes des Hautes-Chaînes calcaires, une nouvelle zone à caractères littoraux. Le géanticlinal qui correspond à la zone 3 a continué à jouer le rôle de zone axiale de la région pendant les phases orogéniques qui ont suivi l'époque jurassique; lors des plissements antésénoniens, un anticlinal s'est formé sur son emplacement, de telle sorte que les couches sénoniennes viennent à reposer immédiatement sur le Jurassique supérieur, tandis que, dans les zones latérales, le Néocomien s'intercale entre les deux formations; lors des plissements anténummulitiques, c'est encore dans le voisinage de la même zone que le Flysch est en contact immédiat avec les couches les plus anciennes (Lias, Trias, et même roches cristallines), tandis que, de part et d'autre, il repose sur des couches plus récentes (Crétacé). Mais il y a plus, cette zone axiale de sédimentation correspond aussi, en général, à l'axe des derniers plissements qui ont donné à la région sa structure actuelle.

L'étude des plissements de la région des Préalpes Vaudoises montre qu'une ligne passant à peu près par les Fenils et les Mosses peut être envisagée comme l'axe de symétrie de ces plissements : au nord-ouest de cette ligne les plis sont déversés vers le nord-ouest, c'est-à-dire vers la plaine; au sud-est de cette ligne ils le sont vers le sud-est,

[1] Cette dernière hypothèse nous paraît confirmée aussi bien par les faciès des terrains constituant les « Klippes » que par les allures des plissements que l'on y observe.

[1] Dans les environs de Bex cette zone à faciès vaseux fait défaut à l'époque du Lias, et les calcaires à gryphées de la zone littorale interne sont en contact immédiat avec ceux du massif de la Dent de Morcles. Ce fait constitue un argument puissant contre la théorie du charriage lointain.

vers l'intérieur des Alpes; en même temps, les plans de chevauchement qui accompagnent ces plis plongent de part et d'autre vers cette ligne axiale; les Préalpes Vaudoises présentent donc une structure en *éventail composé imbriqué*. La même disposition se retrouve sur la rive gauche du Rhône, dans le Chablais : le déversement des chaînes extérieures vers la plaine est connu depuis longtemps, mais les précieuses observations de M. Lugeon dans le val d'Illiez ont montré qu'ici le déversement se produisait en sens inverse, vers l'intérieur de la chaîne; c'est le massif de Tréveneusaz (fig. 1, Tr.) qui joue le rôle d'axe de l'éventail composé. Cependant l'éventail du Chablais n'est pas la continuation directe de celui des Préalpes Vaudoises et Fribourgeoises.

La carte géologique de M. Renevier et une coupe de M. Schardt montrent avec évidence que les plis des environs de Bex ne traversent pas le Rhône, mais que les plus intérieurs des plis appartenant au flanc nord-ouest de l'éventail viennent se raccorder avec ceux du flanc sud-est, de sorte que les plis formant le raccord sont déversés vers le sud-ouest, vers la vallée du Rhône; l'éventail de la rive droite est donc en partie fermé et présente sur trois côtés un déversement périphérique. Plus près du centre de cet accident elliptique, on rencontre la « lame » du Chamossaire (fig. 1, Ch.) qui est également refoulée vers le sud-ouest, ainsi qu'il résulte des observations de M. Schardt. Sur la rive gauche du Rhône, M. Lugeon a signalé dans le massif de Tréveneusaz des plis déversés vers l'est, par conséquent vers la vallée du Rhône, en sens inverse des plis de la rive droite. La vallée du Rhône correspond par conséquent, entre Aigle et Bex, à un synclinal transversal vers lequel sont déversés les plis des deux rives[1]. M. Lugeon a démontré que, en aval d'Aigle, la vallée du Rhône correspondait également à un accident transversal, mais cet accident n'est plus de même nature : les plis extérieurs des Préalpes se raccordent très bien d'une rive à l'autre. mais en traversant la vallée leurs axes subissent un abaissement qui a sans doute déterminé l'emplacement de la vallée et qui se traduit par le rebroussement de la direction des chaînons mentionné plus haut.

Quelle que soit l'hypothèse à laquelle on s'arrête pour expliquer les particularités tectoniques et stratigraphiques des Préalpes, la disposition de cette région en éventail composé imbriqué ne saurait être contestée; M. Lugeon n'est pas en droit de la considérer comme apparente, car, même si les Préalpes étaient réellement une masse en recouvrement plissée ultérieurement, l'éventail serait secondaire, mais il n'en existerait pas moins réellement. La constatation de la disposition en éventail imbriqué suffit à elle seule pour enlever toute valeur aux arguments que l'on fait valoir en faveur de la théorie du recouvrement et qui sont tirés du chevauchement des terrains les plus anciens sur les plus récents et des terrains du bord des Préalpes sur les plis des Hautes-Alpes. La « loi des Préalpes » perd tout caractère démonstratif; elle exprime simplement une constatation que l'on peut faire avec la même netteté dans la Haute-Provence occidentale et méridionale, où il ne peut être question de charriages lointains : les plis-failles et par suite les chevauchements se produisent le plus souvent au niveau du Trias, que ses caractères lithologiques (présence de gypses, de cargneules, d'argilolithes) prédestinent à ce rôle.

III

Nous pouvons maintenant passer en revue les arguments principaux que M. Lugeon invoque en faveur de la théorie du recouvrement; ils sont empruntés à des faits observés d'une part dans le val d'Illiez, d'autre part sur la rive droite de l'Arve.

Un argument important est tiré de la présence de la Mollasse rouge aquitanienne dans le val d'Illiez, c'est-à-dire en arrière de la zone que M. Lugeon appelle les Préalpes médianes. A part un léger métamorphisme, cette Mollasse est identique à celle que l'on rencontre sur le bord externe des Préalpes, au Bouveret et à Vevey; elle fait partie de la série des terrains des Hautes-Chaînes, dont elle épouse les plis. Plusieurs hypothèses peuvent être invoquées pour expliquer sa présence en arrière des Préalpes : 1° elle se serait déposée dans un lac séparé des autres affleurements; 2° elle aurait recouvert primitivement toutes les Préalpes et ce serait par suite de la dénudation de l'espace intermédiaire que les lambeaux du val d'Illiez et du Bouveret sont actuellement séparés; 3° un fjord aquitanien aurait existé sur l'emplacement de la vallée du Rhône et aurait pénétré jusqu'au val d'Illiez. M. Lugeon rejette ces trois hypothèses, la première avec raison, la troisième probablement à tort, pour en adopter une quatrième qui suppose la Mollasse rouge du Bouveret et celle du val d'Illiez en continuité souterraine sous les Préalpes, et considère les Préalpes comme reposant en recouvrement sur la Mollasse. Dans cette hypothèse, le charriage horizontal de l'ensemble des Préalpes aurait eu lieu postérieurement au dépôt de l'Aquitanien; or

[1] M. Lugeon attribue le plissement, transversal aux Alpes, du massif de Tréveneusaz à la nappe de recouvrement de la Brèche, dont le poids énorme aurait empêché les plis des Préalpes de se développer normalement; ce serait aussi la même cause qui aurait déterminé le déversement des plis du val d'Illiez vers l'intérieur des Alpes.

les poudingues de Lavaux, qui, à Vevey, font suite immédiatement à la Mollasse rouge, renferment des galets de Lias, de Dogger, de Néocomien, de couches rouges sénoniennes, empruntés aux Préalpes qui occupaient donc à l'époque aquitanienne leur position actuelle. M. Douxami a fait remarquer avec beaucoup d'à-propos qu'il y avait là une objection très sérieuse à l'hypothèse suivant laquelle la Mollasse rouge se continuerait sous les Préalpes. Cette hypothèse est d'ailleurs en contradiction absolue avec l'idée que M. Schardt et M. Lugeon ont émise au sujet de l'âge du charriage horizontal des Préalpes; d'après ces auteurs le vaste pli couché auquel serait dû le recouvrement daterait de l'époque du Flysch, c'est-à-dire d'une époque antérieure à l'Aquitanien; il se serait formé au fond de la mer dans laquelle ce Flysch se déposait, cheminant vers le nord pendant que le Flysch continuait à se déposer[1]. Si le pli couché date du Flysch, c'est-à-dire de l'Oligocène inférieur, c'est qu'il ne peut évidemment pas reposer en recouvrement sur la Mollasse rouge, c'est-à-dire sur de l'Oligocène supérieur; ainsi tombe l'argument tiré de la présence de la Mollasse rouge dans le val d'Illiez. Que cette Mollasse ait recouvert primitivement toutes les Préalpes ou qu'elle se soit déposée dans un fjord, — ce qui est plus vraisemblable, étant donné que la vallée du Rhône entre le Bouveret et Martigny correspond à un accident transversal, — la proximité de la Mollasse rouge du val d'Illiez et de celle du Bouveret s'explique fort bien dans la théorie de l'éventail composé; elle montre que si les Préalpes ont actuellement une largeur maximum de 40 kilomètres, correspondant à une largeur primitive d'au moins 90 kilomètres, en profondeur cette largeur est réduite à 12 kilomètres dans la vallée du Rhône, tant par suite du rebroussement qu'y subissent les plis extérieurs des Préalpes que par suite de l'étranglement en profondeur de la base de l'éventail. Un tel étranglement n'a rien d'insolite et se retrouve dans d'autres régions.

Une deuxième série d'arguments invoqués par M. Lugeon en faveur de l'hypothèse du recouvrement est empruntée à l'étude du bord méridional des Préalpes, sur la rive droite de l'Arve. Les plis des Préalpes viennent se grouper vers le sud en deux faisceaux, le plus occidental constituant les collines du Faucigny et le Môle, près Bonneville, le plus oriental formant la Pointe d'Orchez. Les collines du Faucigny représentent la terminaison méridionale des plis extérieurs des Préalpes; ces plis, isoclinaux et déversés vers l'ouest, sont dirigés à peu près nord-sud; ils s'arrêtent brusquement, en atteignant la vallée de l'Arve, au-dessus d'un soubassement de Mollasse et ne se continuent pas vers le sud. D'après M. Marcel Bertrand, ils plongeraient *sous* la Mollasse, qui les recouvrirait en discordance; d'après M. Lugeon, par contre, ils reposeraient *sur* la Mollasse et en seraient séparés par un plan de chevauchement que l'on retrouverait également dans le soubassement du Môle et qui couperait obliquement par leur base tous ces plis extérieurs des Préalpes. En admettant que ce plan de chevauchement existe réellement, on pourrait admettre qu'il n'a qu'une importance locale et qu'il ne s'étend pas en profondeur vers le nord; il serait dû à une poussée nord-sud déterminée par la résistance que les plis des Préalpes auraient opposée au refoulement des Hautes-Chaînes calcaires de la rive gauche de l'Arve[1] vers le nord.

Les coupes du massif de la Pointe d'Orchez (fig. 1, Or.) publiées par M. Lugeon, dans lesquelles on voit le Flysch des Hautes-Chaînes calcaires de Savoie s'adosser au plus oriental des plis du massif, ne parlent pas précisément en faveur d'un chevauchement de ce massif sur les plis des Hautes-Chaînes calcaires. Quant aux lambeaux de recouvrement qui reposent sur le Flysch à l'est de la Pointe d'Orchez, s'ils font partie des Préalpes, ils peuvent tout au plus fournir l'indice d'une poussée du massif d'Orchez vers l'est, antérieure aux derniers plissements, mais leur existence ne saurait constituer un argument péremptoire en faveur de l'hypothèse du charriage et de l'origine lointaine des Préalpes.

IV

Si, dans la discussion précédente, nous avons entièrement laissé de côté le massif de la Brèche du Chablais, qui, dans l'hypothèse de M. Lugeon, formerait une nappe de recouvrement superposée à celle des Préalpes, c'est que la question de l'origine de la Brèche peut être séparée de celle de l'origine des Préalpes; on peut parfaitement concevoir que ces dernières soient en place et que la

[1] Dans sa marche sous-marine le pli couché aurait entraîné des fragments de roches éruptives qu'il rencontrait sur son chemin et qui se trouvent maintenant englobées dans le Flysch.

[1] Dans tous les cas, il est difficile, voire même impossible, d'envisager le pli des Voirons et des Pléiades, le plus extérieur des plis des Préalpes, comme étant entièrement privé de racine; toutes les coupes publiées, ainsi que les contours de la carte géologique détaillée, montrent que les Voirons ne sont autre chose qu'un anticlinal très régulier, simple ou double, faisant affleurer le Jurassique supérieur et le Néocomien au milieu d'une bande de Flysch; aussi M. Schardt séparait-il primitivement les Voirons et les Pléiades de la nappe charriée des Préalpes et considérait-il ce pli extérieur comme en place.

Mais M. Kilian a fait remarquer avec raison que si les Voirons sont en place, les plis plus intérieurs des Préalpes le sont également, car les faciès du Néocomien et du Jurassique y sont les mêmes.

Brèche soit charriée, et c'est là l'hypothèse à laquelle se sont arrêtés M. Marcel Bertrand et M. Kilian en 1893. Voyons si les observations de M. Lugeon autorisent cette manière de voir.

Le massif de la Brèche chevauche sur les régions avoisinantes sur tout son pourtour, ceci ne saurait faire aucun doute, mais il ne résulte pas encore de cette constatation que le massif soit sans racine; une grande partie des coupes données par M. Lugeon semble indiquer au contraire que la ligne de contact anormal séparant la Brèche de son soubassement est un simple pli-faille, et que le massif, en apparence exotique, fait corps avec le reste des Préalpes. Cependant les vallées qui ont entamé le massif à une profondeur suffisante permettent d'établir que, au moins jusqu'à une certaine distance du bord, les plis des Préalpes passent sous la Brèche, et il n'est plus permis de douter que toute l'extrémité nord-est du massif de la Brèche repose réellement sur le massif de Tréveneusaz. On peut se demander si, malgré cela, la Brèche n'a pas racine en profondeur au moins dans sa partie centrale; si elle n'affecte pas une disposition en champignon, comme M. Lugeon l'avait cru autrefois. Dans ce cas, le massif devrait être limité sur tout son pourtour par un pli périphérique fermé; or il existe bien un pli frontal sur le bord nord-ouest et l'on peut envisager le renversement que l'on observe près de la Chaux, au sommet dit « Sur la Pointe », dans le val d'Illiez, comme l'indice d'un pli du bord opposé, déversé en sens contraire; mais il n'existe aucune trace de plis marginaux déversés vers le nord-est et vers le sud-est, bien que les plis des Préalpes proprement dites paraissent bien affecter une disposition concentrique par rapport au bord du massif de la Brèche. L'hypothèse du champignon, si elle n'est pas entièrement inadmissible, est donc au moins très invraisemblable et l'on peut admettre, avec M. Lugeon, que le massif de la Brèche est actuellement sans racines. Quant à l'origine du pli couché qui aurait donné naissance à cet énorme lambeau de recouvrement et dont le pli frontal constituerait la charnière anticlinale, on est loin de pouvoir l'indiquer avec certitude.

Plusieurs auteurs ont émis l'opinion que la racine du pli devait se trouver dans la zone du Briançonnais[1], c'est-à-dire en arrière du Mont-Blanc; ils ont été frappés de la grande analogie qui existe entre les brèches liasiques du Chablais et la brèche dite du Télégraphe, que l'on suit maintenant depuis la Haute-Ubaye jusqu'à Courmayeur. Si cette hypothèse est admissible pour expliquer la provenance du massif de la Brèche du Chablais, elle ne l'est plus lorsqu'il s'agit de l'appliquer aux brèches de la Hornfluh, sur la rive droite du Rhône. Ici il ne peut plus être question de chercher la racine du pli dans la zone du Briançonnais, puisque ce sont les Hautes-Chaînes calcaires suisses qui constituent le prolongement de cette zone au nord du Rhône, et que dans ces chaînes on n'a jamais trouvé de brèches comparables à celles du Chablais et de la Hornfluh. Mais l'étude même des caractères stratigraphiques de la Brèche à laquelle est consacré un chapitre fort intéressant du livre de M. Lugeon, montre qu'il est inutile de chercher pour la racine une origine aussi lointaine du pli couché.

La grande masse en recouvrement de la Brèche du Chablais est constituée par les terrains suivants: à la base, si l'on fait abstraction de quelques petits lambeaux de Permien et de Houiller, le Trias, dont la présence est très constante; le Rhétien et le Lias inférieur (localement); une puissante masse de schistes inférieurs avec bancs de brèches intercalés (Lias supérieur et Dogger), qui dominent souvent à la partie supérieure; la série très constante des schistes ardoisiers (Oxfordiens); une brèche supérieure (Jurassique supérieur), qui supporte le Flysch. M. Lugeon pense avec raison que le Flysch, avec les couches rouges sénoniennes et les blocs immenses de roches éruptives anciennes qu'il englobe, ne fait pas partie du pli couché, mais que lors du plissement il a été poussé en masse sur le flanc normal du pli en entraînant ces roches exotiques. Les schistes inférieurs, par leur puissance énorme et par leurs caractères lithologiques, rappellent tout à fait le Lias schisteux à faciès dauphinois; comme lui, ils se sont déposés dans un géosynclinal en voie d'approfondissement; les bancs de Brèche qu'ils renferment ne peuvent s'expliquer que par des coulées sous-marines détritiques, descendant, sous la simple action de la pesanteur, du rivage vers les plus grandes profondeurs[1]. Les éléments anguleux de grandeur variable sont constitués par du Trias et par du Lias; ils augmentent de grosseur et d'abondance lorsque l'on se dirige vers le nord-ouest; de plus, sur le bord nord-ouest du massif, les schistes et la brèche inférieurs font défaut et les schistes ardoisiers moyens reposent directement sur le Trias. On doit induire de ces faits, avec M. Lugeon, que la côte qui alimentait la Brèche inférieure se trouvait au nord-ouest du massif; or ce n'est que dans la zone axiale des Préalpes que l'absence complète du Lias et le caractère bréchoïde du Dogger à *Mytilus* permettent de conclure à l'existence d'une terre

[1] On désigne d'ordinaire sous le nom de « zone du Briançonnais » un faisceau de plis alpins qui passe en arrière de la zone du Mont-Blanc.

[1] La théorie émise par M. Virgilio pour les conglomérats de la colline de Turin s'applique très bien à la Brèche du Chablais. Voir notre *Revue annuelle de Géologie*, 1895.

émergée, qui, pendant les périodes jurassiques inférieure et moyenne, a pu servir de rivage à une mer située plus au sud-est, dans laquelle se serait déposée la Brèche. Les mêmes conditions se retrouvent sur la rive droite du Rhône, et peuvent expliquer l'origine de la Brèche de la Hornfluh. Ni cette dernière, ni celle du Chablais ne seraient donc de provenance lointaine. L'hypothèse qui les fait venir de la zone du Briançonnais doit, en particulier, être écartée, car aux impossibilités tectoniques mentionnées plus haut, vient encore se joindre une difficulté stratigraphique : les brèches de la zone du Briançonnais sont liasiques et nummulitiques ; on n'y connaît pas de brèches du Jurassique moyen et du Jurassique supérieur, et l'on n'y connaît non plus de schistes comparables aux schistes ardoisiers de la région de la Brèche du Chablais.

Ce sont des objections de même ordre que l'on peut opposer à une hypothèse qui ferait venir de la zone du Briançonnais, par un grand charriage, l'ensemble de la zone des Préalpes. Il est vrai que le Carbonifère, le Trias (calcaire à Gyroporelles), le Jurassique supérieur, les brèches nummulitiques des deux régions présentent de grandes analogies, mais il existe d'autre part, dans les Préalpes, toute une série de terrains que l'on n'a jamais trouvés en faciès semblables dans la zone du Briançonnais : le Lias, le Dogger à *Cancellophycus*, les couches à *Mytilus*, le Néocomien à Céphalopodes, les couches rouges sénoniennes.

On ne peut encore moins songer à faire venir, avec M. Lugeon, la nappe charriée des Préalpes de régions plus intérieures encore des Alpes occidentales, car en arrrière de la zone stratigraphique du Briançonnais, où le Lias a des caractères plus ou moins littoraux, on rencontre celle des Schistes lustrés, dans laquelle le Lias présente un faciès vaseux analogue au faciès dauphinois, mais qui ne rapelle en rien le faciès chablaisien.

Après avoir montré l'insuffisance des preuves que l'on a fait valoir en faveur de la théorie du charriage des Préalpes, nous conclurons que cette théorie se heurte à des impossibilités stratigraphiques, tandis que celle du géanticlinal préalpin et de l'éventail composé imbriqué peut, au contraire, parfaitement rendre compte aussi bien des particularités stratigraphiques que des particularités tectoniques de la zone du Chablais.

Émile Haug,
Maître de conférences
de Géologie à la Faculté des Sciences
de l'Université de Paris.

LA CULTURE DU CHAMPIGNON DE COUCHE

Quand on parcourt la banlieue de Paris, particulièrement les plaines qui s'étendent au sud et à l'ouest de la Capitale, le regard est à chaque instant attiré par des constructions en bois d'aspect assez bizarre, sortes de tours carrées qui surgissent du sol dans les emplacements les plus imprévus, au milieu des terrains vagues, des champs cultivés, des jardins et jusque sur les glacis des fortifications. Parfois, un nuage de fumée s'échappe de leur sommet, excitant encore la curiosité du passant, qui se demande d'où peut provenir cette fumée.

En réalité, ces mystérieux appareils ne sont autre chose que des cheminées d'appel destinées à faciliter la ventilation des immenses carrières souterraines consacrées à la culture du Champignon de couche, une industrie peu connue, mais qui mérite de l'être, tant à cause de sa réelle importance économique — la valeur de ses produits, pour la seule banlieue de Paris, se chiffre par plusieurs millions annuellement — qu'en raison de l'intérêt qu'elle présente pour le biologiste.

C'est, en effet, à l'heure actuelle, une des grosses lacunes de la Biologie végétale, que l'ignorance totale où nous sommes des moyens de nutrition des Champignons supérieurs, notamment de l'ordre entier des Basidiomycètes et de celui des Discomycètes.

Il est bien clair que ces végétaux sans chlorophylle doivent, lorsqu'ils ne mènent pas une existence parasitaire ou symbiotique, trouver l'énergie nécessaire à l'édification de leurs tissus dans la destruction de certaines combinaisons organiques. Mais c'est ici précisément que commence l'obscurité. Pas une des matières hydrocarbonées ou azotées qui servent à la nutrition des Mucédinées et des autres Champignons inférieurs, n'est assimilable pour les espèces dont nous parlons. Nous ne savons, par conséquent, *cultiver*, au sens scientifique du mot, aucun Champignon supérieur. Brefeld, il est vrai, a obtenu le développement *in vitro* de *Coprinus stercorarius* sur du crottin, et Hartig celui d'*Agaricus melleus* sur des racines de prunier. Mais ces savants, en réalité, n'ont guère fait autre chose que de transporter dans le laboratoire les pratiques empiriques par lesquelles on provoque en Italie la pousse de l'*Agaricus caudicinus* sur les rameaux morts du peuplier noir, ou

celle du *Polyporus avellanus* sur les branches de noisetier flambées au feu. Ce qui serait particulièrement intéressant, ce serait de savoir pourquoi ces habitats spéciaux conviennent aux Champignons que nous venons de nommer et de reproduire, dans un milieu purement artificiel, les conditions chimiques de leur développement normal.

C'est le but que je vise depuis plusieurs années, dans une série de recherches expérimentales qui ont principalement porté sur le Champignon de couche. L'*Agaricus*, ou plutôt, selon la nomenclature moderne, le *Psalliota campestris*, se prête, en effet, particulièrement bien à un travail de ce genre à cause de la facilité avec laquelle il prolifère sur le fumier et de la rapidité relative de son évolution.

Les résultats que j'ai obtenus jusqu'ici, bien qu'incomplets, sont cependant de nature à éclairer et à améliorer sur plusieurs points la pratique des champignonnistes, et c'est ce qui m'engage à les faire connaître dès maintenant.

Mais d'abord exposons rapidement la technique de cette culture.

I. — Procédés de culture en usage.

L'Agaric champêtre est, avec les Coprins, le plus éclectique de tous les Champignons supérieurs quant au choix de son habitat. Il manifeste toutefois une prédilection marquée pour le fumier à demi décomposé et rencontre par conséquent fréquemment, dans les jardins, un milieu à sa convenance. Là est évidemment l'origine de la culture dont nous nous occupons. Une couche à melons fut son berceau. Quel jardinier de génie — le mot n'est peut-être pas trop fort — eut l'idée de prélever du *blanc* dans l'une de ces couches, où les champignons avaient apparu spontanément, pour l'enfouir dans une couche neuve avec l'espoir d'y faire, grâce à cette semence d'un genre particulier, une nouvelle récolte ? Le nom de cet initiateur ne nous a pas été transmis, mais, ce qu'il y a de certain, c'est que la culture du Champignon de couche a pris naissance en France dans la seconde moitié du siècle dernier. Ce ne fut d'abord qu'une branche très accessoire de la culture maraîchère, pratiquée seulement au printemps et à l'automne. Au commencement de ce siècle, un horticulteur, du nom

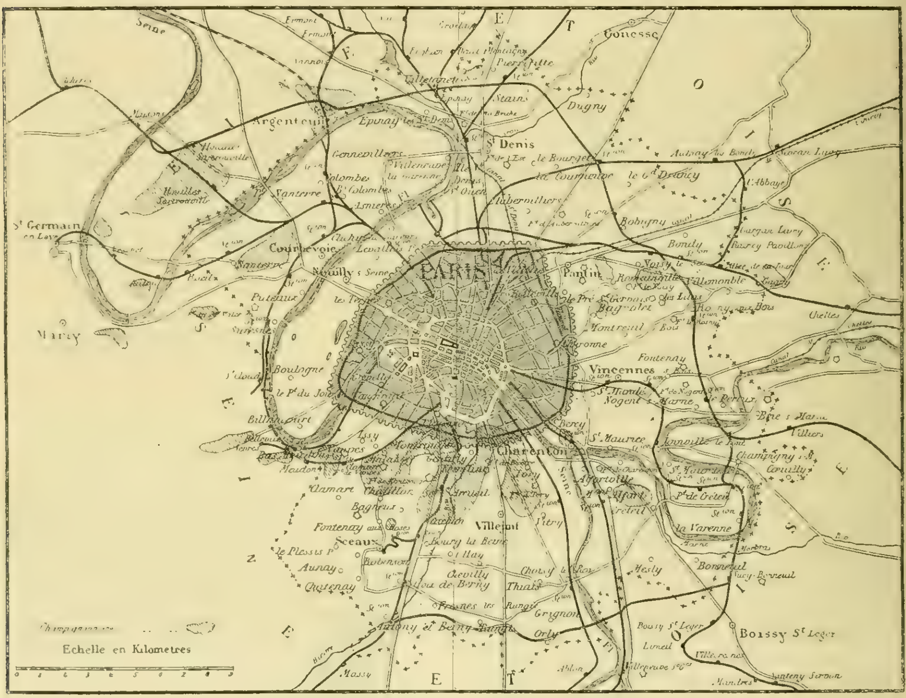


Fig. 1. — *Carte des environs de Paris, montrant l'emplacement des champignonnières.*

de Chambry, imagina de cultiver des Champignons dans les carrières souterraines, où se rencontrent les conditions constantes de température et d'humidité que recherchent toutes les Cryptogames. Ayant réussi à créer ainsi une exploitation fort lucrative, il trouva de nombreux imitateurs, qui eurent vite fait d'occuper tous les vides laissés disponibles par l'extraction de la pierre. Aujourd'hui encore, l'industrie du Champignon de couche, bien que fort répandue en France et à l'Etranger, a son centre principal dans nos carrières suburbaines. le-Sec et Villetaneuse (fig. 1). Enfin, à mesure que les moyens de transport devenaient plus puissants, l'exploitation des carrières s'éloignait davantage de Paris pour se localiser dans la vallée de l'Oise, près de Méru et aux environs de Creil.

Les carrières sont creusées dans le calcaire grossier, quelques-unes dans la craie blanche comme à Meudon, ou dans le gypse comme à Argenteuil. Les plus anciennes ne sont guère qu'un dédale de galeries étroites et basses dans lesquelles un homme a souvent peine à circuler debout; mais les

Fig. 2. — *Cueillette des Champignons (vue prise dans une carrière à Montesson).*

Ces carrières étaient autrefois réparties presque exclusivement sur la rive gauche de la Seine, dans le secteur qui s'étend de Meudon à Ivry-sur-Seine, comprenant le territoire des communes de Vanves, Clamart, Châtillon, Montrouge, Bagneux, Arcueil et Gentilly. De là elles étendaient leurs ramifications sous Paris même, jusqu'au quartier du Val-de-Grâce, où les Parisiens les connaissent bien sous le nom de Catacombes. A une époque plus récente, on creusa d'autres excavations non moins vastes sous la plaine qui s'étend du Mont-Valérien à Saint-Germain-en-Laye et Argenteuil, autour de Nanterre, Houilles, Carrières-Saint-Denis et Montesson. On peut encore citer les groupes moins importants de Maisons-Alfort, Romainville, Noisy-

modernes prennent les proportions de hautes et spacieuses nefs, étayées sur de puissants piliers taillés à même le banc calcaire, et dont l'aspect ne manque ni de pittoresque, ni même de grandeur (fig. 2).

L'appropriation d'une carrière en vue de la culture du Champignon est fort simple. Le champignonniste assure l'aération, si les carriers ne l'ont déjà fait, en perçant en bonne place quelques cheminées d'appel; il creuse un puits, afin de trouver sur place l'eau que son exploitation exige en abondance; puis, si la carrière est trop sèche, il recouvre le sol d'une couche de sable calcaire mouillée et battue, destinée à servir de réservoir d'humidité.

Remontons maintenant à l'air libre pour suivre la manipulation du fumier qui fournira le milieu de culture. Le plus près possible de la bouche de sa carrière, le champignonniste établit une aire modérément inclinée, afin de permettre l'écoulement des eaux. Cet emplacement est destiné à recevoir le fumier, que le champignonniste doit pouvoir se procurer par grandes quantités à la fois, ce qui explique pourquoi l'exploitation industrielle du Champignon de couche ne peut guère être entreprise qu'à proximité des villes.

La qualité du fumier est d'une importance capitale. Le seul qui convienne est le fumier de cheval, et encore existe-t-il des différences considérables entre les fumiers de diverses provenances. Plus le fumier est riche en crottin et en urine, meilleur il est. Le fumier des écuries de luxe ne vaut rien, parce qu'il ne reste pas assez longtemps sous les chevaux. Le plus recherché de tous est le fumier des chevaux de trait, fournissant une grande somme de travail musculaire et recevant une alimentation très azotée; l'urine de ces chevaux est, en effet, plus chargée d'urée et d'acide hippurique. Certains changements dans la ration des animaux se traduisent tout aussitôt par des modifications dans la qualité du fumier, qui sont parfois désastreuses pour le champignonniste : tel est le cas des chevaux qui sont nourris avec des carottes, de ceux qui sont soumis à des purgations répétées, etc. Je donne tous ces détails parce que nous en aurons plus loin l'explication.

Le fumier rassemblé, on le délite à la fourche, pour bien mélanger le crottin, la paille sèche et la paille imprégnée d'urine; on l'arrose, puis on l'entasse méthodiquement, de manière à constituer de grandes formes qui portent le nom de *planchers*. Les dimensions que l'on donne aux planchers sont très variables. Il y en a qui renferment jusqu'à 500 et 1.000 mètres cubes de fumier. Pour obtenir de bons résultats, il est nécessaire d'opérer au moins sur une vingtaine de mètres cubes, et même les champignonnistes ne font guère de planchers de moins d'une centaine de mètres. Seule la hauteur de ces planchers est uniforme; elle est de 1m,20 environ. Sous une plus faible épaisseur, le fumier ne s'échaufferait pas assez; sous une plus grande, les parties centrales de la masse s'échaufferaient au contraire trop rapidement, se dessécheraient et la fermentation s'arrêterait.

Aussitôt entassé et foulé, le fumier entre en fermentation. La température, au centre du plancher, s'élève en peu de jours jusqu'à 80 et 90° centigrades. Au bout de huit jours, on retourne le plancher, en ayant soin de lui restituer l'eau qu'il a perdue par évaporation et de rentrer en dedans les parties qui se trouvaient en dehors, afin qu'elles fermentent à leur tour. Il faut trois semaines et trois retournages successifs pour que le fumier soit à point. Il présente alors un aspect caractéristique. La paille, nullement noircie comme celle des fumiers de ferme, a pris une teinte d'un brun fauve uniforme; chaque tige se retrouve distincte et intacte, à part la trituration mécanique qu'elle a subie; cependant, si on l'examine de plus près, on constate qu'elle a complètement perdu sa raideur ainsi que sa résistance à la traction, et, si on la roule un instant entre les doigts, elle se résout en un faisceau de filasse, absolument comme le chanvre ou le lin au sortir du rouissoir. L'odeur de ce fumier est également toute spéciale, rappelant un peu celle du Champignon de couche lui-même. A ce moment, il ne représente pas beaucoup plus de la moitié de son volume primitif et il doit renfermer juste assez d'eau pour que, pressé vigoureusement dans la main, il la mouille sans en laisser couler une goutte.

On le descend dans la carrière, où les ouvriers *monteurs* le reçoivent et le mettent en *meules*. Ces meules sont des cordons prismatiques, aussi réguliers que possible, fortement tassés et soigneusement peignés, qui courent sans interruption le long des galeries, ou bien, lorsque l'espace le permet, s'alignent côte à côte comme les sillons d'un champ. L'expérience a enseigné que ces meules doivent avoir 40 centimètres de largeur à la base et autant de hauteur. Ces dimensions permettent au fumier de s'échauffer de nouveau légèrement et d'atteindre une température de 15 à 20° sans la dépasser.

Le moment est alors venu de *larder*, c'est-à-dire d'insérer dans les meules les parcelles de fumier chargées de mycélium, ou *mises*, qui font l'office de boutures. Les mises sont disposées en quinconce, sur chaque versant de la meule, complètement engagées dans le fumier, que l'on foule légèrement par dessus pour rendre le contact plus intime. Pourvu que le lardage ait été fait en temps opportun, c'est-à-dire au moment où le fumier est encore tiède et moite, le mycélium, dont la vie semblait suspendue, ne tarde pas à entrer de nouveau en activité. Il émet des filaments qui s'irradient dans toutes les directions et envahissent finalement la totalité de la meule, dans un laps de temps variable suivant les conditions de caloricité et d'hygrométricité, qui font à chaque carrière comme un climat particulier.

La régulation de ces conditions, bien que facilitée par la profondeur des carrières, qui les préserve des variations brusques de la température extérieure, constitue la partie la plus délicate de l'art du champignonniste. La difficulté vient surtout de l'énorme quantité d'oxygène qu'absorbe la respi-

ration des Champignons. Sous ce rapport, ces plantes ne peuvent être comparées qu'aux animaux; Wilson a constaté, par exemple, qu'un chapeau frais de *Lactarius piperatus* exhale, en une heure et demie, 59 milligrammes d'acide carbonique. Lorsque l'air n'est pas suffisamment renouvelé, les Champignons sont arrêtés net dès le début de leur croissance; ils *boudent*, disent les champignonnistes. D'où la nécessité d'établir dans les carrières une ventilation énergique. D'un autre côté, il n'est pas moins indispensable à la prospérité des cultures de maintenir l'état hygrométrique de l'air aussi voisin que possible du point de saturation et d'éviter les écarts de température. Pour concilier ces exigences opposées, le champignonniste n'a guère d'autre moyen d'action que le tirage des cheminées d'appel dont nous avons parlé: tantôt il active ce tirage en allumant du feu à la base des cheminées, tantôt il le modère par le jeu des portes et des cloisons disposées de place en place dans les galeries. La routine ne suffit pas pour faire un champignonniste habile; il faut encore des qualités natives, de l'esprit d'observation, du jugement, de l'ingéniosité.

Le mycélium, abandonné à lui-même dans la meule, ne fructifierait que pauvrement. Pour obtenir une abondante formation de Champignons, il est indispensable de recouvrir la surface de la meule d'une couche de terre calcaire ou de sable.

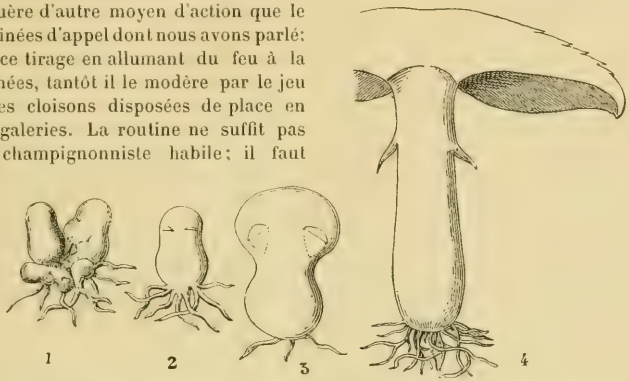


Fig. 3. — *Coupe longitudinale d'un champignon de couche aux différentes phases de son développement.* — 1. Le mycélium donne naissance à de petits corps globuleux; 2, deux taches opposées indiquent les futurs feuillets; 3, les feuillets acquièrent un plus grand développement; 4, le champignon est arrivé à son état définitif.

Cette opération s'appelle le *goptage*. La nécessité du goptage résulte d'une propriété physiologique du mycélium, qui est bien mise en évidence par l'expérience suivante : Dans un grand bocal, on entasse successivement des lits de fumier et de terre à gopter, puis on place une mise dans la dernière couche de fumier. Le mycélium se dirige verticalement vers le fond du bocal, et on constate alors qu'il change complètement de caractère suivant qu'il traverse le fumier ou la terre à gopter. Dans le fumier, il affecte l'aspect d'un feutrage dont les filaments très ténus forment une gaîne plus dense autour de chaque brin de paille. Dans la terre, au contraire, il se ramasse en gros cordons cylindriques à peine ramifiés, et ceux-ci semblent pomper toute la sève des filaments, qui ne tardent pas à se flétrir et à se résorber; ce phénomène signifie que le mycélium, arrivant dans un milieu qui n'est plus nutritif pour lui, se prépare à fructifier, suivant une loi très générale en biologie cryptogamique, et que, suivant une autre règle non moins constante, le protoplasme primitivement réparti dans tout l'appareil végétatif émigre et s'accumule dans les points où vont se former les carpophores. C'est, en effet, ainsi que les choses se passent sur les meules. Dès que les filaments mycéliens ont pénétré dans la terre à gopter, ils s'agrégent en cordons, et ceux-ci, en arrivant à l'air, s'épanouissent en un bouquet de petits tubercules dont chacun représente l'ébauche d'un Champignon (fig. 3). Le rôle de la terre à gopter est purement physique et il est illusoire d'y ajouter, ainsi qu'on l'a souvent conseillé, du nitrate de potasse ou n'importe quel autre engrais minéral, dont le Champignon, je m'en suis assuré, ne peut tirer aucun parti.

La pousse des Champignons se prolonge, sur la même meule, pendant deux à trois mois en moyenne. Elle ne se fait pas d'une façon continue, mais procède par *volées*, séparées par des intervalles de non-production, pendant lesquels, sans doute, le mycélium puise dans le fumier de nouveaux éléments nutritifs.

On distingue dans le Champignon cultivé un assez grand nombre de variétés, qui peuvent se ramener à deux principales, l'une blanche et l'autre blonde, ainsi dénommées d'après la coloration du chapeau. Les Champignons d'un blanc pur obtiennent toujours sur les marchés des prix un peu plus élevés. Mais la classification la plus importante, au point de vue commercial, est celle que l'on pourrait baser sur les différences de poids ou, pour mieux dire, de densité des Champignons. Certaines variétés ont un pédicule mince, fistuleux, des tissus spongieux, tandis que d'autres ont un pédicule volumineux et plein, une chair compacte. Il est clair que ces derniers pèseront, à nombre et à volume égal, sensiblement plus que les premiers. Or, comme les

Champignons se vendent au poids, on voit que le bénéfice du champignonniste dépend, pour une assez large part, du mérite de la variété cultivée.

Malheureusement, le bénéfice dépend aussi de plusieurs autres circonstances, qui font que la récolte est toujours incertaine et que la culture du Champignon de couche est l'une des plus aléatoires que l'on connaisse. Laissant de côté les difficultés d'ordre physique que le champignonniste, comme je l'ai déjà dit, doit surmonter presque chaque jour pour maintenir l'atmosphère de sa carrière propice au Champignon, je ne parlerai ici que des causes d'insuccès tenant à la mauvaise qualité du fumier, à la physiologie particulière du mycélium et enfin aux maladies, dont le Champignon n'est pas plus exempt qu'aucune autre plante cultivée.

II. — Etude de la préparation du fumier.

Deux points dominent toute la question : 1° le fumier n'acquiert ses propriétés nutritives pour l'Agaric que par la fermentation; 2° cette fermentation est différente de la fermentation banale du fumier de ferme; elle est spécifique.

La fermentation est nécessaire, car si l'on prend du fumier frais, qu'on le stérilise et qu'on l'ensemence avec des spores d'Agaric en voie de germination, la plante n'accomplit jamais sur ce milieu son évolution complète : elle germe, elle émet des filaments mycéliens qui peuvent acquérir un notable développement, mais elle ne fructifie pas. En un mot, elle se comporte comme les plantules qui vivent des réserves contenues dans la graine sans assimiler aucun aliment nouveau. Tous les Champignons supérieurs dont j'ai pu faire germer les spores possèdent un semblable mycélium stérile qui, à la seule condition de trouver un substratum humide, peut vivre indéfiniment et se propager à de grandes distances de son point de départ, les parties les plus anciennes se résorbant à mesure que la tête avance; plusieurs Ascomycètes mêmes, parmi lesquels la Morille, peuvent donner dans ces conditions des formes conidiennes (*Botrytis*) qui se reproduisent ensuite sur les milieux sucrés et semblent définitivement fixées. Ces mycéliums ne doivent être considérés que comme une forme provisoire de la plante, lui permettant d'aller à la recherche du milieu spécial nécessaire à sa nutrition normale; les conclusions que l'on pourrait tirer de leur étude ne sont en aucun cas applicables aux formes fructifères correspondantes.

Si le fumier frais et stérilisé n'offre pas à l'Agaric les conditions de sa vie normale, à plus forte raison en est-il de même pour les milieux que l'on pourrait composer avec quelques-unes des parties constituantes du fumier.

Je passe donc sous silence les expériences dans lesquelles j'ai mis en œuvre isolément chacun des éléments multiples existant dans le fumier, même en quantité minime, comme les matières extractives de la paille et les composés organiques de l'urine des herbivores. Je ne rappellerai pas non plus les innombrables essais, effectués antérieurement par d'autres expérimentateurs ou par moi-même, en vue de composer des milieux à l'aide des sels minéraux ou des substances organiques que l'on sait assimilables pour les Champignons inférieurs et les microbes. Les résultats ont été constamment négatifs.

C'est seulement, je le répète, dans le fumier complet et fermenté que l'Agaric trouve un terrain favorable.

En fermentant, le fumier se peuple de microbes; il devient, suivant l'expression que l'on a appliquée au sol, un *milieu vivant*. Dès lors, une question préalable se pose : la présence de ces myriades de microbes ne serait-elle pas précisément la condition essentielle du développement normal de l'Agaric? Entre l'une ou l'autre de ces espèces microbiennes, qui mobilisent, par la combustion des matières hydrocarbonées de la paille, une si grande somme d'énergie, n'y aurait-il pas une association, une symbiose, comme il en existe entre beaucoup d'autres Champignons supérieurs et des végétaux à chlorophylle de tout ordre, arbres, plantes herbacées, algues, etc.?

Rien de plus simple que de juger cette hypothèse. Dans de grands bocaux fermés avec une feuille d'étain, nous foulons du fumier fait, jusqu'à ce qu'il remplisse les deux tiers inférieurs du bocal, nous recouvrons la surface d'une couche de terre et nous stérilisons le tout, puis nous l'ensemençons à la partie inférieure avec des spores d'Agaric en germination, en prenant toutes les précautions voulues pour que la culture reste pure jusqu'au bout. Nous constatons ainsi que le mycélium, en l'absence de tout microbe vivant, se développe aussi bien que sur les meules des champignonnistes, qu'il s'accroît manifestement en substance et qu'il fructifie au bout de quelques mois de végétation.

L'hypothèse d'une symbiose proprement dite est donc écartée : si les microbes sont utiles à l'Agaric, ils ne le sont que par les produits élaborés qu'ils mettent à sa disposition. Nous sommes ainsi ramenés dans le domaine de la Chimie.

On sait, depuis les travaux de MM. Dehérain, Gayon, Schlœsing et autres, que les transformations qui se produisent dans les fumiers sont de deux ordres : les unes sont dues à des fermentations microbiennes, les autres à la combustion chimique, qui ne manque jamais de se déclarer

toutes les fois que des matières cellulosiques, dans un état suffisant de division et d'humidité (foin, tabac, etc.), sont accumulées sous un grand volume. M. Schlœsing, en opérant parallèlement sur des lots de fumier stériles et non stériles, a déterminé la part qui revient à ces deux ordres de phénomènes dans les conditions ordinaires de la fabrication du fumier. Il a montré que les fermentations microbiennes, les fermentations acides des matières solubles d'abord, la fermentation forménique de la cellulose ensuite, dominent à partir du troisième jour et aussi longtemps que la température n'atteint pas le voisinage de 80°. A 80°, les unes et les autres cessent complètement, laissant le champ libre à la combustion chimique, dont l'intensité croît, au contraire, avec l'élévation de la température.

Ces données nous permettent déjà de soupçonner que les microbes ne jouent pas le principal rôle dans la fabrication du fumier des champignonnistes. En effet, c'est exclusivement dans l'intérieur des planchers que se produit la transformation spécifique de la paille; or, dans ces régions, la température se maintient entre 80° et 90° et les produits gazeux que j'y ai puisés n'ont jamais renfermé de gaz combustibles.

Afin de pousser plus loin la démonstration, j'ai institué diverses séries d'expériences dans lesquelles j'ai fait agir la combustion chimique seule. Pour cela, j'enfermais, dans des sacs ou dans de grands bocaux, de la paille finement broyée à la meule et humectée, et j'enfouissais le tout au centre d'un « plancher » en pleine fermentation dont la température n'était pas inférieure à 85°. Au bout de vingt jours, les lots de paille qui n'avaient pas été aérés pendant cette période n'offraient pas de modification sensible; au contraire, ceux que j'avais eu soin d'aérer à plusieurs reprises avaient perdu 25 à 30 °/₀ de leur poids, ils avaient pris une couleur brune et présentaient presque tous les caractères du meilleur fumier à Champignons. Ils n'en différaient que sur un point: les fragments de paille n'étaient pas désagrégés, ils avaient conservé leur cohésion et leur rigidité; il était évident que cette paille avait subi, au moins superficiellement, l'oxydation chimique, mais que, la haute température à laquelle elle avait été continuellement exposée n'ayant pas permis aux ferments de la cellulose d'accomplir leur œuvre de destruction des matières pectiques, qui servent de ciment intercellulaire, les effets de rouissage signalés plus haut n'avaient pu se produire.

Sur la paille ainsi préparée, je transplantai quelques flacons de mycélium d'Agaric; il y prospéra parfaitement et fructifia comme sur le fumier ordinaire des champignonnistes, quoique moins abondamment, ce qui se comprend sans peine, puisque la transformation de la paille avait été moins profonde.

Afin de me rapprocher davantage des conditions de la pratique, j'additionnai quelques-uns de ces lots de paille d'une forte proportion d'ammoniaque ou de carbonate d'ammoniaque (5 à 10 °/₀). Les résultats furent plus décisifs encore. La combustion fut plus rapide et plus profonde et la paille ainsi traitée se montra bien supérieure comme milieu nutritif pour l'Agaric. Je ne sais comment expliquer cette action favorisante de l'ammoniaque sur l'oxydation de la paille, mais elle est extrêmement marquée et suffit à elle seule à rendre compte de l'échauffement des planchers, sans qu'il soit nécessaire d'invoquer l'intervention des microbes, même pour la mise en train du phénomène. Ainsi, j'ai constaté qu'un sac de paille broyée, humectée d'une solution ammoniacale et tassée fortement, s'échauffe, en 24 heures, de 30° à 40°. Avec des masses un peu plus considérables, on arrive très facilement à porter la température à 80°. Il est à noter que cette propriété n'appartient qu'à l'ammoniaque et au carbonate d'ammoniaque : les sels neutres d'ammoniaque ne la possèdent pas, non plus que les nitrates, ce qui exclut l'hypothèse que cette ammoniaque agirait en favorisant la nutrition des microbes.

Donc, en résumé, pour faire de la paille un milieu propre à la culture de l'Agaric champêtre, il suffit de lui faire subir un certain degré d'oxydation chimique, résultat qui peut parfaitement être obtenu sans l'intervention des microbes, surtout si l'on prend soin, comme je l'ai fait dans mes expériences, de pulvériser la paille.

Ceci nous donne la clé des pratiques suivies par les champignonnistes. La paille, brisée sous les pieds des chevaux, imbibée d'urine, en pleine fermentation ammoniacale, maintenue par les arrosages à un degré constant d'humidité, entassée en masse compacte, aérée à nouveau, chaque fois que cela devient nécessaire, par le moyen des retournages, se présente dans les conditions les plus favorables qu'on puisse imaginer pour fournir un facile aliment à la combustion chimique et la porter rapidement à son maximum d'intensité. En fait, celle-ci s'empare des planchers presque aussitôt qu'ils sont construits, et, si l'échauffement ne va généralement pas au delà de 90°, c'est parce qu'à cette température le phénomène se trouve enrayé par l'évaporation rapide de l'eau et la dessiccation de la paille.

Quand aux microbes, leur rôle se borne à favoriser la combustion chimique, en élevant la température dès les premières heures qui suivent

l'établissement des planchers, mais surtout, et ceci s'applique principalement au ferment forménique, en disséquant la paille et en mettant à nu chacune des fibres qui composent le chaume.

Le fumier, après la fermentation comme avant, reste, au point de vue chimique, un mélange d'une infinie complexité, dont l'analyse immédiate complète ne serait même pas possible dans l'état actuel de la science. Nous devrions donc provisoirement renoncer à en savoir davantage sur la nutrition du Champignon de couche, sans la circonstance que voici. Si l'on prend du fumier à Champignons, que l'on en fasse un extrait aqueux à chaud ou à froid, ou mieux que l'on recueille le purin qui s'en écoule par expression, on constate que ces liquides ne possèdent aucune propriété nutritive pour le Champignon, même si on les incorpore à un substratum de consistance poreuse comme celle du fumier. D'un autre côté, le fumier, épuisé par l'eau, débarrassé de tous les produits solubles dont il était imprégné, n'a rien perdu de sa valeur nutritive : le Champignon y végète et fructifie normalement. Cette expérience nous apprend que c'est une substance *insoluble* dans l'eau qui est utilisée par l'Agaric, et, dès lors, il est certain que c'est parmi les matières cellulosiques que cette substance doit être cherchée.

Cette notion d'un aliment insoluble dans l'eau, sous sa forme primitive, n'est d'ailleurs pas chose nouvelle en Biologie végétale et spécialement en Biologie cryptogamique : il nous suffira de citer l'amidon, si voisin des celluloses par son origine et par ses propriétés.

En ce qui concerne les celluloses elles-mêmes, nous possédons de nombreux faits qui prouvent que ces composés sont assimilables, non seulement pour les animaux herbivores, mais encore pour nombre de Cryptogames. Nous ignorons, il est vrai, quelles sont les conditions de cette assimilabilité, si la cellulose a besoin d'être hydrolysée par une action indépendante du Champignon, s'il est nécessaire qu'elle soit transformée par oxydation en oxycellulose, ou bien encore scindée en plusieurs fragments, parmi lesquels des sucres tels que les pentoses. Nous ne saurions donc préciser le mécanisme par lequel le fumier frais devient du fumier à Champignons. La destruction de toutes les matières organiques solubles, qui disparaissent consommées par les bactéries, ou brûlées par l'oxydation, est certainement un facteur important, parce qu'elle écarte la concurrence des microbes et des moisissures et stérilise le terrain au profit du seul Agaric. Mais il est aussi permis de croire que l'oxydation de la cellulose de la paille a pour résultat direct de la rendre beaucoup plus assimilable pour l'Agaric. Je rappellerai, à ce sujet, les travaux de MM. Cross, Bevan et Smith[1], qui ont montré que les oxycelluloses, c'est-à-dire les celluloses ayant déjà subi un commencement d'oxydation, continuent à s'oxyder sous les influences les plus légères, telles que le chauffage à 100°. Or, la grande consommation d'oxygène que fait l'Agaric, ainsi que le dégagement de chaleur, avec formation d'eau et d'acide carbonique, qui accompagnent sa végétation, témoignent suffisamment que la nutrition de cette Cryptogame repose avant tout sur un phénomène d'oxydation. Ce qui est certain, en tout cas, c'est que, si l'on prépare un lot de paille pulvérisée, qu'on l'épuise complètement de toutes ses matières extractives par l'eau chaude et l'eau froide, l'alcool et l'éther, qu'on le stérilise, l'Agaric n'y fructifie pas, tandis qu'il prolifère abondamment sur la même paille après qu'elle a subi l'oxydation chimique. L'observation des faits naturels parle dans le même sens, car, s'il n'est pas rare de rencontrer le *Psalliota campestris* sur des racines, des feuilles, de la sciure de bois à demi décomposées, et même sur de la pâte à papier longtemps abandonnée à l'humidité, en revanche on ne le trouve jamais sur du bois neuf.

Il n'est pas téméraire de supposer que la majorité des Champignons supérieurs saprophytes vivent, comme l'Agaric, aux dépens de la cellulose. S'il en est réellement ainsi, on comprend pourquoi toutes les tentatives de culture de ces organismes ont échoué jusqu'à présent : c'est parce que l'on a constamment cherché à composer pour eux des milieux nutritifs avec les produits solubles extraits de leur substratum naturel, tandis que c'est à la partie insoluble de ce substratum qu'il eût fallu s'adresser.

Je me hâte d'ajouter que, pour cultiver un Champignon supérieur, il ne suffit pas de lui donner la cellulose qu'il préfère. Il faut encore, et c'est là que gît la difficulté, la lui présenter sous une forme assimilable pour lui. S'il y a lieu de croire que, pour le Champignon de couche, une simple oxydation suffit à modifier la cellulose dans le sens voulu, je possède, d'un autre côté, des faits qui donnent à penser que, pour d'autres Champignons supérieurs, les transformations préparatoires qu'elle doit subir sont plus complexes et probablement réalisées par l'intervention des microbes.

En tous cas, la complexité de la molécule de cellulose et le nombre infini des différentes celluloses existant dans le monde végétal nous permet de comprendre la spécialisation étroite qu'affectent beaucoup de Champignons supérieurs sous le rapport

[1] Les travaux visés sont exposés dans de très nombreuses communications à la Société chimique de Londres, à celle de Berlin, etc. M. L. Olivier en a rendu compte dans la *Revue* du 15 juillet 1895, p. 601.

de leur habitat et les affinités que l'on remarque entre certains de ces Champignons et telles espèces de Phanérogames dont les organes, morts ou vivants, semblent avoir le privilège de leur donner l'hospitalité. Dans cet ordre d'idées, on peut dire que les progrès de la biologie des Champignons supérieurs sont intimement liés à ceux de la chimie des matières cellulosiques.

Je ne voudrais pas m'attarder ici à des considérations théoriques, mais je ne puis cependant m'empêcher d'établir un rapprochement entre la nutrition ainsi comprise des Champignons supérieurs saprophytes et celle des espèces du même groupe qui vivent en symbiose avec des plantes vertes. Cette symbiose, on le sait, a déjà été démontrée dans un grand nombre de cas, et il est permis de supposer que presque tous les Basidiomycètes qui affectionnent le voisinage de certains arbres ont leur mycélium associé aux radicelles de ces arbres sous forme de mycorhyzes [1]. L'assimilation du carbone est donc réalisée, par les Champignons supérieurs, suivant deux procédés distincts : les uns s'associent avec des plantes vertes et participent, en quelque sorte, au bénéfice de la fonction chlorophyllienne, les autres choisissent pour aliment certains composés hydrocarbonés, dont la combustion leur procure à la fois le carbone et l'énergie nécessaire pour fixer ce carbone.

Or, c'est un fait curieux et bien propre à montrer la relation qui relie ces deux modes d'existence en apparence si divergents, le saprophytisme et le symbiotisme, que, dans certains cas, ils sont interchangeables. La chose est du moins certaine pour le *Psalliata campestris*. J'ai constaté, en effet, que, dans les pâtures où ce Champignon se récolte en abondance, son mycélium est constamment associé aux radicelles des Graminées, avec lesquelles il forme des mycorhyzes analogues à celles des Cupulifères. Ce mycélium, au lieu de prendre le développement que nous lui connaissons lorsqu'il végète sur le fumier, est alors réduit à quelques filaments à peine perceptibles, qui tiennent la place des poils radiculaires, et l'on ne peut le reconnaître que par son odeur caractéristique et par l'apparition, à l'automne, des carpophores, dont les dimensions paraissent hors de toute proportion avec celles de l'appareil végétatif. La preuve qu'il s'agit bien d'une symbiose, c'est que les touffes de Graminées qui portent ces mycorhyzes se distinguent entre toutes par la grandeur et la teinte vert sombre de leurs feuilles : on les aperçoit de loin dans les prairies, où elles forment des cercles qui vont en s'élargissant chaque année, comme ceux du *Marasmius oreades*, une autre Agaricinée commensale des Graminées; la plante verte se ressent donc, à son tour, de son association avec le Champignon, et elle profite des aliments azotés élaborés par ce dernier, probablement par fixation de l'azote atmosphérique. En transportant avec précaution sur du fumier ces mycorhyzes d'Agaric champêtre, ou mieux en mettant le fumier en contact prolongé avec les racines laissées en place, on obtient facilement l'acclimatation du mycelium sur ce nouveau milieu. Voilà donc un Champignon qui supplée à l'absence de la fonction chlorophyllienne tantôt par le symbiotisme et tantôt par le saprophytisme, et qui passe de l'un à l'autre sans autre modification apparente que de développer beaucoup son appareil végétatif dans le second cas.

Mais revenons au fumier des champignonnistes. De l'étude que nous venons de faire, il résulte que la caractéristique du bon fumier à champignons, c'est d'être le produit de l'oxydation chimique de la paille et non celui de la fermentation bactérienne. En effet, non seulement l'action des bactéries n'a pas pour résultat de rendre la cellulose qu'elles attaquent assimilable pour l'Agaric, mais encore leur présence en trop grande proportion est nuisible à cause des produits de putréfaction qu'elles fabriquent et qui sont éminemment toxiques pour l'Agaric.

Les causes qui tendent à enrayer la combustion et à favoriser l'invasion des bactéries, ou, en d'autres termes, la pourriture des fumiers, sont au nombre de trois principales : l'excès d'humidité des fumiers, leur trop faible teneur en ammoniaque, la présence de matières organiques putrescibles.

L'eau, contenue à l'état libre dans les fumiers, dissout les matières extractives de la paille et se transforme en un véritable bouillon de culture, dans lequel pullulent bientôt les bactéries; de plus, elle agit physiquement pour empêcher la mise en train de la combustion chimique, car, si l'on essaie de répéter avec de la paille, non plus simplement humectée, mais détrempée, les expériences d'échauffement spontané que j'ai relatées plus haut, ces expériences échouent constamment; c'est sans doute parce qu'elle obstrue les pores de la paille et la rend imperméable à l'air, que l'eau en excès entrave l'oxydation. Il est donc nécessaire de doser soigneusement l'eau que l'on répand sur les fumiers; ce serait une erreur complète de croire que l'on obtiendra le même résultat en les inondant à intervalles éloignés qu'en les arrosant fréquemment avec modération. Des accidents, malheureusement trop fréquents, sont d'ailleurs là pour prouver l'influence désastreuse d'un excès d'eau :

[1] Sur les Mycorhyzes, voyez le remarquable article de M. Vuillemin dans la *Revue* du 15 juin 1890.

il est arrivé plusieurs fois, pendant certaines saisons très pluvieuses, que la totalité des planchers en cours de fabrication ont été perdus.

L'ammoniaque, nous l'avons vu, est un puissant facteur de l'échauffement spontané des fumiers; de plus sa présence, en forte proportion, favorise le ferment forménique au détriment des bactéries de la putréfaction, parce que ce ferment peut supporter un degré d'alcalinité beaucoup plus élevé que la plupart des microbes. Pour cette double raison, les fumiers naturellement peu chargés d'urine et ceux qui ont été délavés par la pluie, s'échauffent difficilement et sont toujours plus ou moins sujets à pourrir. Un moyen assez pratique de remédier à la pauvreté des fumiers serait de les additionner de véritable guano du Pérou, riche en acide urique. Mais, depuis plusieurs années déjà, ce guano ne se trouve plus dans le commerce. D'un autre côté, l'emploi de l'ammoniaque en nature serait beaucoup trop onéreux pour que l'on puisse y songer. Je me suis donc demandé s'il ne serait pas possible d'y suppléer, dans une certaine mesure, au moyen du carbonate de soude, qui n'a pas, il est vrai, comme l'ammoniaque, d'influence directe sur l'intensité de la combustion chimique, mais peut, néanmoins, produire un effet utile en amenant le fumier à un degré d'alcalinité suffisant pour gêner les bactéries de la putréfaction, et permettre au ferment forménique de prendre le dessus. Ce traitement — que je n'ai eu jusqu'ici qu'une seule fois l'occasion d'essayer, — m'a donné des résultats si encourageants que je crois pouvoir le recommander aux champignonnistes, le cas échéant. Il est essentiel que le sel soit ajouté au moment même de la confection du plancher; plus tard, les bactéries auraient déjà accompli leur œuvre.

Il me resterait maintenant à parler des altérations secondaires qui peuvent survenir dans le fumier des meules, pendant la période de propagation du mycélium. Nous trouverions là l'explication de bien des échecs restés mystérieux pour les plus experts champignonnistes. Mais le sujet demande de nouvelles études, et il nous entraînerait d'ailleurs au delà des limites de cet article.

III. — Étude de la physiologie du « Blanc ».

Le mycélium est l'appareil végétatif de la plante, dont le Champignon proprement dit représente le fruit. Ce mycélium ne se compose d'abord que de filaments simples, anastomosés sans ordre les uns avec les autres : c'est le *blanc mousseux* des champignonnistes que nous pourrions appeler *mycélium amorphe*. Mais nous avons vu qu'au moment où la plante se prépare à la reproduction, les filaments mycéliens se réunissent pour former des cordons cylindriques relativement volumineux. C'est là un premier acheminement vers une organisation plus élevée, plus compliquée, qui, par l'intermédiaire des rhizomorphes munis d'une couche corticale, que l'on rencontre chez quelques autres Agaricinées, conduit directement aux tiges et aux racines des Cryptogames vasculaires et des Phanérogames. Les cellules entrant dans la constitution de ces cordons mycéliens sont donc des cellules qui ont déjà atteint un certain degré de différenciation. Or, l'on sait qu'à mesure qu'une cellule végétale se différencie davantage, elle devient moins apte à reproduire une nouvelle plante lorsqu'elle est détachée de l'individu dont elle faisait partie. Tandis que le blanc amorphe pourrait propager indéfiniment l'Agaric sans que la race perdît rien de sa vigueur, le blanc en cordons, transplanté, ne donne, à chaque génération nouvelle, qu'une végétation plus maigre et une fructification plus pauvre. Dans la culture en caves, la différenciation du mycélium marche très vite; il ne reste amorphe que dans ses parties les plus jeunes, c'est-à-dire dans une zone périphérique de quelques centimètres de largeur. C'est donc presque exclusivement avec du blanc déjà différencié en cordons que les champignonnistes lardent leurs meules, d'autant mieux que, pour pouvoir juger du mérite de la variété, ils ont l'habitude d'attendre, avant de *lever* le blanc, l'apparition des premiers Champignons.

A cette première cause d'épuisement de la race s'en ajoute une autre. Dans les meules, le mycélium rencontre une température beaucoup plus élevée que celle du sol, son habitat naturel. Il s'y trouve même exposé à des *coups de feu*, c'est-à-dire à des élévations soudaines de température atteignant 30 à 35°. Or, les expériences que j'ai faites à ce sujet m'ont démontré qu'à partir de 30° le mycélium souffre et que, si cette température se prolonge pendant quelques jours, il sort de là définitivement diminué dans sa vitalité, *atténué*, absolument comme les microbes pathogènes sont atténués par le chauffage. Les champignonnistes se rendent bien compte de cette influence pernicieuse de la chaleur, car ils ont pour principe de placer au dehors, en plein air, les meules consacrées à la production du blanc, ou tout au moins de ne lever du blanc que dans les caves les plus froides.

Malgré ces précautions, l'Agaric cultivé accuse toujours une dégénérescence progressive, qui conduit à l'abaissement du taux des récoltes d'abord, puis à l'extinction des cultures. Lorsqu'il s'agit d'une plante à fleurs, épuisée par une série de bouturages successifs, l'horticulteur a la ressource du semis. Le champignonniste, lui, ne peut pas recourir à cette méthode radicale, parce qu'il

ne possède pas le moyen d'obtenir la reproduction du Champignon en partant de la spore. Force lui est de se contenter de solutions bâtardes : il s'efforce de rajeunir son blanc par des cultures à basse température; il l'échange avec celui de ses confrères, dans l'espoir que le changement de milieu exercera une influence favorable; surtout il tâche de se procurer du *blanc vierge*, c'est-à-dire du blanc poussé spontanément, d'une spore apportée là par hasard, dans les fumiers de ferme depuis longtemps en place.

La recherche du blanc vierge est devenue une sorte d'industrie pour un certain nombre de professionnels qui battent la campagne jusqu'à quinze ou vingt lieues à la ronde, retournant les fumiers, les vieilles couches à melons, etc., dans le but d'y découvrir quelque gisement. Ce blanc est cédé aux champignonnistes à un prix assez élevé, mais son plus grand défaut n'est pas de coûter cher, c'est de se montrer d'une efficacité fort variable. Il faut, en effet, compter non seulement avec la fraude, — très courante, — qui consiste à donner comme vierge du blanc usé, mais aussi avec la diversité des variétés et leur inégale valeur culturale, ce qui oblige le champignonniste à essayer parfois du blanc de huit ou dix provenances différentes avant d'en trouver un qui donne des résultats satisfaisants. Tel qu'il est, le blanc vierge est resté jusqu'ici l'unique source à laquelle le champignonniste puisse s'adresser pour entretenir ses cultures, et l'on comprend, d'après ce qui précède, que la question du blanc constitue en quelque sorte le nœud vital de son industrie.

L'idée d'obtenir du blanc vierge par la germination des spores devait se présenter à beaucoup d'esprits et, en effet, elle a été souvent émise, tant par des hommes du métier que par des botanistes. Rien n'est plus facile que de se procurer les spores de l'Agaric. Il suffit de placer un Champignon à maturité au-dessus d'une feuille de papier pour recueillir, au bout de quelques jours, les spores tombées de l'hyménium, sous forme d'une poussière brune impalpable. La difficulté est de faire germer ces spores. Chevreul, paraît-il, y était arrivé; du moins, le procédé qu'on lui a attribué est certainement susceptible de donner de bons résultats. Toutefois, il ne semble pas que ce procédé ait été l'objet d'une application suivie. Ce n'est que tout récemment que l'étude de cette question a été reprise, indépendamment et simultanément, par MM. Costantin et Matruchot, d'une part, et par l'auteur de cet article d'autre part.

Il n'y a aucun mystère dans la germination des spores de l'Agaric. On peut l'obtenir sur n'importe lequel des milieux nutritifs usités en bactériologie, sur du sable mouillé, ou simplement dans l'air humide, aussi bien que sur du fumier. Sans doute, cette germination ne se produit pas avec la même spontanéité et la même rapidité que celle des spores des Champignons inférieurs; il faut la solliciter par quelques artifices, mais ce ne sont que des tours de main, variables suivant les opérateurs et qui s'acquièrent après quelques essais infructueux.

Les spores qui doivent germer (et elles sont toujours en minorité) commencent par se gonfler et par prendre une coloration plus claire; puis elles émettent, par un de leurs pôles, un tube germinatif très fin, mais qui s'élargit immédiatement et se ramifie dans tous les sens par voie de bourgeonnement. Ainsi se trouve constituée une petite touffe mycélienne (fig. 4) qui ne demande pour s'étendre indéfiniment qu'un milieu favorable, tel que le fumier.

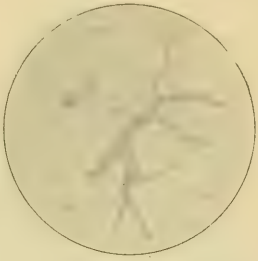


Fig. 4. — *Germination des spores du* Psalliota Campestris. (*Grossissement : 500 diam.*).

Cette méthode très simple permet d'obtenir du blanc vierge à volonté. Elle est appliquée industriellement, dans la fabrique de blanc de Champignon de semis que j'ai créée, comme sanction de mes recherches, concurremment avec quelques autres perfectionnements qui ont transformé la physionomie et la qualité du produit. A la pratique des meules, qui ne donne qu'un blanc peu homogène, expose aux coups de feu et favorise la formation des cordons, dont nous connaissons la signification fâcheuse au point de vue de la vitalité du blanc, j'ai substitué le procédé suivant. Le fumier est distribué en couches d'égale épaisseur, entre des tôles d'acier superposées et le tout est soumis, sous une forte presse, à une pression de 50 kilos par centimètre carré. En sortant de là, le fumier se trouve aggloméré en plaques de 1 centimètre d'épaisseur environ, presque aussi dures que le bois et par conséquent très maniables. Ces plaques sont ensemencées, puis placées dans les conditions les plus propices au développement du mycélium, en prenant surtout soin d'éviter toute élévation de température. La végétation du blanc est ainsi ralentie, mais sa vigueur et son activité, lorsqu'on le transporte dans la tiède atmosphère des carrières, s'en trouvent singulièrement accrues.

Lorsque les plaques de fumier sont totalement envahies par le mycélium, on les débite en plaquettes de 8 centimètres de côté, dont chacune

représente une mise (fig. 5). Cette opération se fait très rapidement au moyen d'une machine à trancher spéciale. On regagne ainsi le surcroît de main-d'œuvre exigé par la confection des plaques et l'on obtient finalement un produit aussi économique et plus commode à l'usage que le blanc de meule des champignonnistes.

Il est superflu de faire ressortir l'heureuse influence que cette innovation ne peut manquer d'exercer sur l'industrie du Champignon de couche. Non seulement le problème du ravitaillement en blanc vierge, ce problème sans cesse renaissant, se trouve résolu une fois pour toutes, mais encore le champignonniste a désormais la faculté de choisir la variété qui réussit le mieux dans sa carrière, tout en étant avantageuse comme rendement, car le blanc de semis conserve fidèlement les moindres particularités morphologiques et physiologiques de la race originelle. Enfin, ce blanc est exempt de maladies, considération qui, comme nous allons le voir, a bien aussi son intérêt.

Fig. 5. — *Plaquettes de blanc de champignon de semis.*

IV. — Maladies.

Les champignonnières sont fréquemment ravagées par des maladies dont les agents sont des Cryptogames inférieures. Il faut distinguer, parmi ces Cryptogames, les parasites vrais, qui vivent dans les tissus mêmes du Champignon, et les saprophytes qui se contentent d'entrer en concurrence vitale avec lui et de l'évincer plus ou moins complètement du terrain qui lui était destiné.

Le représentant le plus redoutable de la première classe est le *Mycogone rosea* (Magnus, Prillieux). La maladie qu'il occasionne s'appelle la *molle*. Les Champignons attaqués de *molle* sont déjà anormaux avant d'avoir achevé leur croissance ; le chapeau est déformé et atrophié, le pédicule est globuleux ; à mesure qu'il grossit, le Champignon se recouvre d'un duvet rosé, constitué par les filaments conidifères du parasite ; enfin, à l'époque qui devrait être celle de sa maturité, il se ramollit et tombe en déliquescence en exhalant une odeur infecte. Les dommages causés par la *molle* sont considérables. On peut les estimer à un million par an pour les champignonnières parisiennes.

Parmi les ennemis saprophytiques de l'Agaric se rangent : le *vert-de-gris*, causé par le *Myceliophtora lutea* (Costantin) ; le *plâtre*, dont les placards d'un blanc crème, étalés à la surface des meules, sont autant de colonies d'une sorte d'Oïdium, le *Monilia fimicola ;* et enfin le *chanci*, dont les filaments ténus entremêlés en réseau, appartiennent, suivant M. Costantin, à deux espèces d'Agaricinées : *Clitocybe candicans* et *Pleurotus rutilus.*

La lutte contre ces maladies n'a suscité jusqu'ici que peu de recherches. M. Costantin pense qu'elles se perpétuent dans les cultures par le moyen des spores, et il conseille de désinfecter les carrières par des aspersions avec une solution de lysol. Je crois qu'il y a lieu, sous ce rapport, de faire une distinction entre les saprophytes et le *Mycogone*. La désinfection des carrières ne rendrait, à mon avis, aucun service contre le vert-de-gris, le plâtre et le chanci, car ces maladies ne sont, le plus souvent, que la conséquence de la mauvaise préparation du fumier. Quelquefois cependant, le fumier est de bonne qualité : c'est alors le blanc, provenant d'une meule attaquée, qui est l'agent de la contamination. En dehors de ces deux circonstances, le mycélium de l'Agaric prend toujours une avance suffisante pour disputer victorieusement le terrain aux saprophytes dont nous parlons. Le rôle des spores de ces Cryptogames qui peuvent être répandues dans les carrières n'est donc pas bien apparent, surtout si l'on songe que le fumier en apporte toujours avec lui un assortiment complet.

Il en est certainement autrement en ce qui concerne le *Mycogone*, parasite vrai dont la propagation est indépendante de la qualité du fumier.

Ici, deux cas bien distincts doivent être considérés : 1° le blanc qui a été employé pour le lardage était déjà infecté par le *Mycogone*, et alors la molle se montre dès la première volée : c'est une récolte totalement perdue ; 2° le blanc était indemne, mais la cave était infectée de spores provenant des cultures antérieures : dans ce cas le Champignon, ayant une avance sur son ennemi, pourra généralement, surtout en hiver, donner une ou deux volées avant que la molle n'ait pris une grande extension ; le dommage est moindre. Les deux cas s'observent dans la pratique. J'ai vu, notamment,

des exemples frappants de maladie apportée par le blanc : des meules ravagées d'emblée par la molle tout à côté d'autres meules faites avec le même fumier et couvertes d'une belle récolte. La raison de ce contraste, c'est que les unes avaient été lardées avec du blanc vierge et les autres avec du blanc provenant de caves où sévissait la maladie. Le champignonniste est donc assuré de combattre la molle avec succès s'il veut seulement prendre deux précautions : 1° n'employer que du blanc sûrement exempt de maladie et, à cet égard, le blanc de semis offre une garantie qui ne se trouve pas ailleurs; 2° assainir ses caves, après chaque culture, en enlevant aussitôt le fumier usé et les dégoptures, c'est-à-dire les terres ayant servi au goptage et en procédant à une désinfection générale comme l'a conseillé M. Costantin. Seulement, je ne crois pas que les aspersions de lysol préconisées par cet auteur soient un procédé très pratique. Quiconque sait quelles difficultés présente la désinfection effective des locaux n'admettra guère la possibilité de désinfecter par des aspersions un souterrain de plusieurs milliers de mètres de superficie avec les anfractuosités et les fissures dont les parois sont criblées. Je crois qu'il serait préférable de recourir à l'acide sulfureux. En brûlant du soufre dans la carrière, après avoir obturé toutes les issues, on ne détruirait certainement pas tous les germes de la maladie, mais du moins on retarderait et on limiterait son invasion.

V. — Statistique.

Il y a, dans le département de la Seine, 250 champignonnières. On comptait jadis un nombre presque égal d'exploitations distinctes; mais, par suite de la tendance à la centralisation, leur nombre se trouve aujourd'hui réduit à 70 ou 80, auxquelles il convient d'en ajouter une vingtaine, réparties dans les départements limitrophes. En revanche, ces exploitations sont généralement plus importantes qu'autrefois. Telle d'entre elles occupe jusqu'à cent ouvriers, plusieurs autres en emploient quarante à cinquante. Le nombre total des travailleurs doit dépasser un millier, et la valeur globale des produits est évaluée à 6 ou 7 millions. La culture du Champignon de couche n'est donc nullement en décadence; elle s'étend au contraire chaque jour, autant que l'agrandissement des carrières le lui permet. Bien plus, en maint endroit, elle est devenue l'industrie principale; le propriétaire extrait de la pierre qu'il livre au prix coûtant, uniquement afin de pouvoir développer ses cultures.

Le prix d'achat du fumier constitue la grosse dépense du champignonniste. Les temps sont bien changés, depuis l'époque où le fumier des écuries de Paris était donné gratis à qui voulait l'enlever. Aujourd'hui, il est acheté à l'année par des adjudicataires qui le revendent aux champignonnistes au prix de 7 à 10 francs les 1.000 kilos. La moitié du fumier produit à Paris passe par les champignonnières et en ressort sous forme de terreau que les cultivateurs des environs emploient avec grand succès comme engrais pour les plantes fourragères.

Tous frais compris, le mètre courant de meules représente un déboursé de 2 fr. 50 à 3 francs. Pour couvrir ces frais et laisser un bénéfice au champignonniste, il faut que la récolte atteigne 3 à 4 kilos par mètre et que le prix du kilo ne descende pas aux Halles au-dessous de 1 franc. Malheureusement il est arrivé plusieurs fois, dans ces dernières années, que ce minimum n'était pas atteint pendant une grande partie de l'été. Cela tient sans doute à ce que la consommation des champignons se ressent indirectement de l'abondance des légumes en cette saison, mais aussi et surtout à ce que les fabriques de conserves, qui en absorbent en temps ordinaire de grandes quantités, suspendent alors leurs achats afin de se consacrer exclusivement à la préparation des légumes verts.

Pour conjurer cette crise qui se renouvelait périodiquement et qui menaçait de porter un coup fatal à leur industrie, les champignonnistes, donnant ainsi l'exemple d'une initiative fort intéressante, ont fondé une sorte de société coopérative de producteurs et construit, à frais communs, une usine à conserves dans laquelle ils traitent eux-mêmes une partie de leurs récoltes toutes les fois que le cours du champignon, sur le carreau des Halles, descend au-dessous d'une certaine limite.

Malgré tout, il n'est pas probable que l'on revoie jamais en France les prix de 2 francs et 2 fr. 50 le kilo, qui sont encore en vigueur dans les pays où la culture en carrières est peu développée, en Angleterre et aux Etats-Unis, par exemple. Mais, si les champignonnistes français sont moins favorisés que leurs confrères étrangers pour la vente sur place, ils ont la ressource d'exporter des conserves à un prix qui, tout en étant équivalent pour eux à celui qu'ils retireraient des Champignons frais, défie toute concurrence sur les marchés de l'étranger. Aussi cette exportation, déjà importante, est-elle encore en voie d'accroissement continu.

Il est donc à espérer que la culture du Champignon de couche restera une industrie prospère, surtout si les champignonnistes, en lui imprimant une direction plus scientifique, parviennent à en éliminer les aléas et à régulariser les rendements, si capricieux aujourd'hui. Nous serons heureux si les recherches qui viennent d'être exposées peuvent contribuer à ce résultat.

Dr Ch. Répin,
Attaché à l'Institut Pasteur

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Suchar (P.-J.). — **Sur le problème général de l'inversion et sur une classe de fonctions qui se ramènent à des fonctions à multiplicateurs.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *brochure in-4° de 50 pages. Ch. Hérissey, imprimeur. Evreux*, 1897.

Cet intéressant travail est principalement consacré au problème de l'inversion des intégrales abéliennes attachées à une courbe algébrique, tel qu'il a été généralisé par Clebsch et Gordan. Il est difficile de donner une idée de ce problème par des considérations élémentaires; on en trouvera l'énoncé précis dans le traité classique de MM. Appell et Goursat : *Des Fonctions algébriques et de leurs intégrales* (chapitre x).

Le mémoire de M. Suchar est divisé en trois parties.

La première partie fait connaître quelques propriétés nouvelles des intégrales abéliennes, résultant de théorèmes dus à M. Elliot (*Annales de l'Ecole normale*, t. XI) et démontrés ici par une méthode différente. Ces propriétés conduisent, en étendant une méthode déjà employée par Clebsch et Gordan dans un cas particulier, à une première solution du problème de l'inversion sous la forme obtenue par M. Elliot.

Dans la seconde partie, l'auteur considère le problème du point de vue où s'est placé M. Appell qui, par l'introduction d'une courbe algébrique coupant la courbe donnée en des points connus et en d'autres points variables, ramène la question à la détermination de ces derniers en fonction des données. Les résultats de la première partie permettent d'obtenir, à ce point de vue, une seconde solution du problème.

Enfin la troisième partie est consacrée à l'étude des fonctions qui sont racines d'une fonction rationnelle de deux variables; l'auteur montre qu'elles se ramènent à des fonctions à multiplicateurs uniformes sur une certaine surface, qu'il détermine ainsi que les multiplicateurs. Le mémoire se termine par l'extension de ces considérations à certaines fonctions étudiées par M. Lacour. (*Thèse* de 1895.)

M. Lelieuvre,
Professeur au Lycée,
Chargé de Conférences à la Faculté des Sciences de Caen.

Bianchi (Luigi). — **Vorlesungen über Differentialgeometrie.** (*Deutsche Uebersetzung von* Max Lukat.) 1re *partie.* — 1 *vol. in-8° de 336 pages avec figures.* (*Prix :* 15 *francs.*) *B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1897.

Cet ouvrage contient, sous une forme concise, un exposé élémentaire de la Géométrie infinitésimale telle qu'elle résulte des travaux fondamentaux de Monge, Gauss et Dupin, avec les développements qu'elle doit à Beltrami, O. Bonnet, Darboux, Weingarten, Bianchi et d'autres. Destinées surtout aux débutants, les *Lezioni di Geometria differenziale* ont obtenu en Italie un succès bien mérité; elles peuvent servir d'introduction à une étude complète de la Théorie des surfaces, telle qu'elle se trouve exposée dans l'œuvre magistrale de M. Darboux.

Le premier fascicule de l'*édition allemande* renferme douze chapitres. Après avoir consacré un chapitre aux propriétés des courbes gauches, l'auteur étudie les formes différentielles quadratiques. Leur relation avec la théorie des surfaces est si étroite, et, dans le problème de la déformation, l'emploi des paramètres différentiels joue un rôle si important, qu'il est bon de présenter ces notions dès les débuts.

Dans les chapitres suivants (III à VII) se trouvent exposées les propriétés générales des surfaces : coordonnées curvilignes; équations fondamentales; courbure d'une surface; représentation sphérique d'après Gauss; courbure géodésique; surfaces applicables l'une à l'autre.

Viennent ensuite les applications aux surfaces réglées (chap. VIII), puis l'étude du théorème de Weingarten et des surfaces W. Les trois derniers chapitres sont consacrés aux congruences et aux problèmes de la déformation infiniment petite des surfaces.

H. Fehr,
Privat-docent à l'Université de Genève.

Tainturier (C.), *Ingénieur des Arts et Manufactures, attaché à la Compagnie des tramways électriques de Paris à Romainville.* — **La Traction électrique.** — 1 *vol. in-8° de 259 pages avec 103 figures dans le texte.* (*Bibliothèque Electrotechnique.*) (*Prix : 7 fr.*) *J. Fritsch, éditeur. Paris*, 1897.

L'auteur s'est attaché à donner sur la matière, en dehors de toute théorie, des renseignements aussi pratiques que possible. Il ne s'occupe guère que des tramways, presque seuls jusqu'ici à utiliser la traction électrique; et même, il n'étudie que les lignes françaises ou voisines de la France, s'abstenant ainsi de décrire les lignes étrangères, surtout les lignes américaines, sur lesquelles, dit-il, on a donné des renseignements très nombreux, mais encore plus difficiles à contrôler. Cependant, il dit quelques mots des chemins de fer électriques, des automobiles à accumulateurs, du toueur de Bovet et de l'essai de touage électrique du canal de Bourgogne.

La première partie est consacrée à l'étude de la ligne, des voitures et de leurs accessoires, des moteurs, de l'usine génératrice. L'établissement de ces diverses parties de toute exploitation électrique y est parfaitement décrit dans tous ses détails.

Dans la deuxième sont étudiés les différents systèmes de traction proprement dite : à canalisation aérienne, souterraine ou au niveau du sol, et à accumulateurs.

La première catégorie y est représentée par les tramways de la Compagnie l'Industrie électrique de Genève; du système Thomson-Houston, le plus répandu tant en France qu'à l'étranger; des ateliers OErlikon; de la Compagnie de Fives-Lille, la première Société française qui ait constitué un matériel complet de traction électrique, dont le premier essai en grand vient d'être réalisé à Angers.

En fait de tramways à canalisation souterraine, l'auteur étudie ceux des systèmes Holroyd-Smith, qu'on parle d'employer pour relier la place Cadet à Montmartre, Siemens et Halske, Hœrde, Thomson-Houston et Love.

Comme tramways à canalisation au niveau du sol, sont décrits les systèmes Claret-Vuilleumier, qui dessert la ligne de Paris à Romainville, Westinghouse et Diatto.

Enfin les voitures à accumulateurs, les seules dont les Parisiens aient pu jusqu'ici apprécier le confort, sont étudiées dans les applications qu'en a faites la Société des Tramways de Paris et de la Seine. Il est même dit un mot de celles qui viennent d'être inaugurées entre la Madeleine et Courbevoie ou Levallois, avec les accumulateurs Tudor, qui ont le grand avantage de pouvoir être rechargés après chaque voyage d'aller et retour à leur station terminus, en quinze minutes, sans avoir à rentrer au dépôt.

La ligne de Lugano (Suisse), la première qui ait utilisé les courants alternatifs (elle les emploie triphasés), est brièvement mentionnée; elle date de 1895 et fonctionne bien.

Dans la troisième partie, l'ouvrage traite du prix de revient : il se chiffre ordinairement par voiture-kilomètre, c'est-à-dire par la dépense nécessaire pour faire parcourir à une voiture une distance d'un kilomètre. M. Tainturier remarque très justement que si cette base d'évaluation est assez exacte pour une ligne déterminée, elle cesse de l'être pour la comparaison de lignes différentes comportant des voitures de poids divers, ne marchant pas aux mêmes vitesses, sur des voies ne présentant pas les mêmes rampes. Il propose de ramener le prix de traction à la tonne de voyageurs ou de marchandises transportée sur 1 kilomètre de voie-type, et il donne le moyen de calculer cette unité.

Il évalue les frais de traction proprement dite de la voiture-kilomètre, à 0 fr. 18 ou 0 fr. 24 (0 fr. 47 pour les tramways à accumulateurs), soit à la moitié de ce qu'ils semblent être pour les tramways à vapeur, à eau chaude ou à gaz.

La quatrième partie est la reproduction des lois et décrets réglementant l'installation et l'exploitation des tramways.

Ce livre, très clairement écrit, sera utilement consulté par les ingénieurs qui auront à établir une ligne électrique, et sera très instructif pour tous ceux qui voudront se familiariser avec la question.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Sentis (H.), *Professeur au Lycée de Grenoble.* — **Tension superficielle de l'eau et des solutions salines.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *brochure in-8° de* 82 *pages avec figures. F. Allier père et fils, imprimeurs*, 26, *Cours Saint-André. Grenoble*, 1897.

La tension superficielle d'un liquide est une constante importante ; les diverses théories sur la constitution des liquides en font intervenir la valeur, et, quoique très nombreuses déjà, les déterminations expérimentales ont besoin d'être complétées, car les résultats obtenus ne sauraient être encore considérés comme aussi précis qu'il serait désirable par les applications.

M. Sentis a entrepris une longue série de recherches patientes et soignées sur la tension superficielle de l'eau et des solutions salines. Il commence dans son mémoire par passer en revue les divers procédés de mesure employés jusqu'à ce jour ; cette partie de son travail n'est pas une simple biographie analytique mais une critique sûre, rédigée avec une précision et une clarté remarquables; il décrit ensuite la méthode qu'il a lui-même employée et à laquelle il donne le nom de méthode des tubes capillaires virtuels; cette méthode très simple, décrite et employée par l'auteur dès 1885, est une modification avantageuse de la méthode ordinaire des tubes capillaires.

M. Sentis a d'abord déterminé avec beaucoup de précision la tension superficielle de l'eau pure et les variations de cette tension avec la température; il aborde ensuite la détermination de la tension des dissolutions salines. Cette tension varie pour un même sel avec la concentration; sur ce sujet, l'auteur arrive à un résultat qui diffère un peu de celui qui a été donné par M. Volkmann et M. Rother, il peut s'énoncer ainsi : la substitution de n molécules de sel à n molécules d'eau produit une augmentation de tension superficielle qui est sensiblement proportionnelle à n. Le mémoire se termine par l'exposé de nombreuses déterminations, effectuées en vue de rechercher l'influence de la nature du sel.

On connaît la belle loi découverte par Raoult sur l'abaissement du point de congélation, dû à la présence d'une substance fixe dans un liquide volatil; on pourrait espérer trouver une loi analogue pour les variations de la tension superficielle, mais on sait que cette loi ne s'applique régulièrement qu'aux dissolvants autres que l'eau; mais M. Sentis a pensé qu'il était convenable de s'adresser d'abord aux dissolutions aqueuses moins altérables à l'air, et pour lesquelles les résultats d'autres expérimentateurs fournissaient un contrôle.

On peut espérer que l'auteur continuera ses recherches en étudiant d'autres liquides; il aura rendu ainsi un véritable service à la science : car, dans des mesures de ce genre, il y a un grand intérêt à posséder un ensemble de déterminations faites dans des conditions identiques par un même auteur; le soin et la conscience apportés par M. Sentis à ses expériences donnent une valeur toute particulière aux résultats qu'il a obtenus.

LUCIEN POINCARÉ,
Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

Œchsner de Coninck, *Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier.* — **Cours de Chimie organique. Supplément.** 1er *Fascicule.* — 1 *vol. in-8° de* 130 *pages. Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1897.

Ce supplément est rédigé dans le même esprit que la partie principale du *Cours :* peu de développements, pas de digressions, mais des indications, complètes et précises quoique succinctes, sur l'état actuel de la science. L'auteur, en traitant du glycocolle et de sa série, de l'acide cyanacétique, des matières albuminoïdes et des fermentations, s'est proposé un but qu'il a parfaitement rempli : montrer comment la Chimie organique, par un enchaînement logique et continu, se relie à la Chimie biologique et celle-ci à la Pathologie. Les recherches personnelles de M. Œchsner ont, du reste, largement contribué à éclairer plus d'une question traitée dans le présent opuscule, et il lui faut savoir gré d'avoir mis en évidence l'importance des anciens travaux de Cagnard-Latour qui ont frayé la voie aux découvertes modernes et notamment à celles de l'illustre Pasteur.

ANTOINE DE SAPORTA.

Pellissier (G.). — **L'Éclairage à l'Acétylène.** — 1 *vol. in-8°* de 238 *pages avec* 102 *figures.* (*Prix :* 5 *fr.*) *Bibliothèque de la* Revue Générale des Sciences. *G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris*, 1897.

Voici, enfin, un livre complet sur l'acétylène. Après l'historique rapide des découvertes principales qui se rapportent à ce gaz, l'auteur insiste sur la façon de le préparer au moyen du carbure de calcium. Il décrit les différents fours électriques proposés pour fabriquer le carbure de calcium. L'examen de ces fours le conduit à cette conclusion prévue qu'aucun d'eux n'est satisfaisant au point de vue économique.

Viennent ensuite, avec détails, la fabrication du carbure de calcium, c'est-à-dire la manutention des matières premières, la conduite des fours, le calcul de l'énergie électrique que requiert l'opération, l'examen des prix de revient et aussi des propriétés du carbure de calcium.

Quant à la préparation de l'acétylène, M. Pellissier insiste sur les difficultés que l'on rencontre pour obtenir une attaque régulière du carbure, et, par suite, un dégagement du gaz susceptible d'être réglé à volonté ; il indique les moyens préconisés pour remédier à ce grave inconvénient. Puis il fait connaître les différents gazogènes imaginés pour préparer et conserver l'acétylène gazeux : appareils destinés à alimenter un certain nombre de becs, ou lampes portatives. Il range ces appareils en trois classes : 1re *classe*, gazogènes dans lesquels l'eau et le carbure sont contenus dans des vases séparés et où l'eau tombe sur le carbure en quantité déterminée; 2e *classe*, gazogènes dans lesquels l'eau et le carbure sont réunis dans le même vase et où le contact des deux corps se fait par dénivellation du liquide ou mouvement du seau à carbure ; 3e *classe*, gazogènes dans lesquels l'eau et le carbure sont dans des vases séparés et où le carbure tombe dans l'eau en quantité déterminée.

M. Pélissier passe en revue les conditions à réaliser pour préparer l'acétylène liquéfié ou comprimé. Étant donnés les dangers que présente l'acétylène liquide, il

préconise avec raison l'acétylène comprimé, qui a déjà reçu des applications importantes pour l'éclairage des wagons de chemin de fer, et surtout l'acétylène dissous dans l'acétone, liquide qui, comme l'ont découvert MM. Claude et Hess, offre la propriété d'absorber 31 fois environ son volume d'acétylène. On ne saurait attirer avec trop d'insistance l'attention des industriels et du public sur cette forme toute nouvelle de l'emploi de l'acétylène.

Cet hydrocarbure obtenu, quelles sont les meilleures conditions pour le brûler en vue de l'éclairage, et notamment quels sont les meilleurs brûleurs à adopter ? M. Pélissier se pose cette question et permet de la résoudre en chaque cas particulier, donnant la description de chaque système avec l'indication des avantages et inconvénients qui lui sont propres. Il examine ensuite le prix de revient de l'éclairage à l'acétylène et le compare au prix des autres systèmes d'éclairage; il y passe en revue les applications qui en ont été faites.

Il a réuni en un dernier chapitre les détails pratiques relatifs à la conduite des gazogènes et, en outre, les règlements administratifs se rapportant à l'installation des appareils.

Comme on le voit, la question de l'éclairage à l'acétylène est traitée dans ce livre d'une manière très complète. Ce qui le caractérise en quelque sorte, c'est le soin qu'a pris l'auteur de mettre en lumière les difficultés qu'a rencontrées l'application industrielle de ce nouveau mode d'éclairage, les dangers qu'il peut présenter, le peu de régularité du gaz dans les appareils, la mauvaise combustion fournie par la plupart des becs.

Ce sont précisément ces difficultés qui expliquent comment l'éclairage à l'acétylène, appelé déjà il y a deux ans l' « éclairage de demain », est encore aujourd'hui dans la période des essais et des tâtonnements, d'où l'on pressent pourtant qu'il commence à se dégager.

E. Urbain,
Ingénieur-chimiste.

3° Sciences naturelles

Koehler (R.), *Professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Lyon.* — **Les résultats scientifiques de la campagne du " Caudan " dans le golfe de Gascogne.** — *1 vol. in-8° de 740 pages avec 40 planches* (*Prix* : 20 *fr.*) (*Extrait des Annales de l'Université de Lyon.*) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1897.

M. Koehler a eu l'idée hardie d'entreprendre, avec les seules ressources de l'initiative privée, une campagne de dragages profonds dans le golfe de Gascogne, et il a réussi à mener son projet à bonne fin, grâce à son activité, au bienveillant concours de M. Liard, Directeur de l'Enseignement supérieur, et de M. le commandant Guyou, et aux dons et subventions recueillis en province. Il a pu entreprendre ainsi à bord de l'aviso-remorqueur le *Caudan*, un voyage de deux semaines pendant lequel une trentaine de stations ont été explorées. L'étude des collections rapportées a été confiée à un certain nombre de spécialistes, et ce sont leurs résultats qui sont publiés aujourd'hui, un peu plus d'un an après l'expédition, grâce à l'activité des collaborateurs; les mémoires forment trois fascicules des *Annales de l'Université de Lyon*, accompagnés de quarante planches. Les Protozoaires seuls n'ont pas été traités, mais ils feront plus tard l'objet d'un mémoire spécial; les résultats d'océanographie ont été publiés cette année même par M. Thoulet dans les *Annales de Géographie*.

Le but principal de M. Koehler était de réunir des types d'animaux des grandes profondeurs, dont on ne trouve des collections qu'au Muséum de Paris; désormais, à Lyon et dans divers musées de province, professeurs et étudiants pourront voir des Elasipodes, des Echinothurides, des Cnidaires de grands fonds, ailleurs que dans les planches du *Challenger*, ce qui ne laisse pas que d'être un résultat appréciable. Au point de vue purement scientifique, la campagne du *Caudan* a fait connaître environ cent espèces nouvelles, et a fourni des matériaux utiles pour fixer l'extension géographique des animaux de mer profonde, montrant une fois de plus l'uniformité de la faune abyssale sous toutes les latitudes; dans ce golfe de Gascogne sont rassemblés des êtres signalés dans des localités fort éloignées : mer du Nord, Méditerranée, côtes d'Amérique et d'Afrique, mer des Indes, mer de Chine, Nouvelle-Zélande, etc.

Le premier fascicule renferme les Echinodermes, traités par M. Koehler; les Mollusques testacés et les Brachiopodes, par M. Locard; les Mollusques nus, par M. Vayssière; les Céphalopodes, par M. Joubin, et les Bryozoaires, par M. Calvet. Parmi les Echinodermes, M. Koehler a trouvé une vingtaine d'espèces nouvelles, notamment des Ophiures, un *Antedon*, un Elasipode de genre nouveau (*Benthogone rosea*), un *Myxaster*, dont on ne connaissait jusqu'ici qu'une espèce. A signaler la capture d'un magnifique Oursin, l'*Echinus Alexandri*, dont un exemplaire unique avait été recueilli autrefois par l'expédition norwégienne au Pôle Nord. Bien que M. Koehler ait cherché à retrouver les prairies de Pentacrines signalées par le *Talisman*, aucun dragage n'en a ramené, ce qui fait penser que ces animaux se trouvent parqués dans des localités relativement peu étendues et ne tapissent pas, comme on l'avait pensé, de grandes étendues sous-marines.

Le deuxième fascicule renferme les Eponges, par M. Topsent; les Cnidaires et les Ascidies simples, par M. Roule; les Halacariens, par M. Trouessart; les Ascidies composées, les Pycnogonides, les Crustacés Décapodes et Schizopodes, par M. Caullery; les Copépodes, par M. Canu. — Les Halacariens, recueillis entre 180 et 1.410 mètres, sont les premiers que l'on connaisse des grandes profondeurs; dans ces niveaux, ces animaux essentiellement grimpeurs se tiennent accrochés aux tiges ramifiées des Bryozoaires et des Coralliaires; il n'y a naturellement pas de types phytophages, puisque les Algues font défaut, et il est probable que ces Acariens se nourrissent de débris animaux; par rapport aux types littoraux, ces formes profondes ont un tégument chitineux plus mince, moins sculpté, et ils sont plus ou moins complètement aveugles. Sur les neuf espèces recueillies par le *Caudan*, cinq sont nouvelles. Parmi les Crustacés Décapodes, une nouvelle espèce de *Spongicola* a été trouvée; elle diffère légèrement de l'unique espèce connue (Pacifique) qui habite à l'intérieur d'Eponges; l'examen des œufs a permis de reconnaître que le développement ne comporte pas de phases larvaires libres; le jeune éclôt presque identique à l'adulte.

Le troisième fascicule renferme les Annélides et les Sipunculiens, par M. Roule; les Crustacés Edriophtalmes, par M. J. Bonnier; les Poissons, par M. Koehler; les Diatomées, par M. Roesch, les débris végétaux et les roches, par M. Bleicher, et la liste récapitulative des animaux recueillis dans les différentes stations, par M. Koehler. — Le *Caudan* a retrouvé l'*Eunice amphiheliæ* signalée par le *Travailleur* dans le golfe de Gascogne; cette espèce commensale habite des galeries creusées dans des polypiers vivants d'*Amphihelia* et de *Lophohelia*. Les Edriophtalmes ont fourni à M. Bonnier un grand nombre d'espèces nouvelles (46) de Cumacés, d'Isopodes et d'Amphipodes; la majeure partie de ces formes abyssales sont totalement aveugles; le quart seulement des espèces ont des yeux plus ou moins rudimentaires; dans la cavité branchiale d'un Cumacé, M. Bonnier a trouvé un curieux Copépode parasite, qu'il range provisoirement dans le genre *Spheronella* dont les trois espèces connues sont parasites des Amphipodes. A propos des Poissons, M. Koehler s'est bien trouvé de les faire passer dans l'alcool après quelques jours de séjour dans l'aldéhyde formique qui durcit très bien, mais détruit les pigments foncés des Poissons abyssaux. — A 950 mètres de fond, la drague a ramené deux fragments végétaux immergés dans la vase, l'un de tige de Monocotylédone (probablement *Typha*),

l'autre de branche d'*Alnus;* il est probable que ces tiges, d'abord flottantes, ont été précipitées au fond par la surcharge d'animaux microscopiques et de poussières logés à leur intérieur; les dragages ont ramené aussi de nombreuses roches, roulées ou non, dont le transport dans le golfe ne peut guère être attribué qu'aux glaces flottantes de la période glaciaire, détachées de la côte cantabrique.

M. Koehler termine le compte rendu de la campagne par une sorte de résumé des résultats zoologiques, en indiquant, pour chacune des stations, la liste des animaux recueillis, la nature du fond, etc. ; à plusieurs reprises, le chalut a passé sur de véritables forêts de Coraux (*Solenosmilia*, *Amphihelia*, *Lophohelia prolifera*); cette dernière espèce, caractéristique des profondeurs moyennes (400-500 mètres), forme des touffes épaisses et volumineuses qui doivent constituer de véritables récifs abyssaux. Sur des branches de *Lophohelia*, M. Koehler signale de nombreuses colonies du rare Ptéro-branche *Rhabdopleura Normani*, connu auparavant sur les côtes de Norwège et aux Shetland. Ces listes montrent combien la faune varie à des distances peu considérables, surtout pour les Eponges, les Echinodermes et les Mollusques, alors même que la profondeur et la nature du fond ne semblent pas être très différentes.

On voit que la campagne de M. Koehler, malgré la rapidité du voyage et la perte regrettable du câble après le seizième coup de chalut, a donné de très intéressants résultats; elle a montré, en tous cas, qu'il était possible d'explorer les grands fonds avec des ressources relativement modestes. Je souhaite qu'il trouve des imitateurs; le temps des grandes et coûteuses expéditions, qui écrémaient d'énormes surfaces, est passé, mais celui des petites peut venir; il serait utile maintenant d'explorer méthodiquement et à fond les coins mal connus de nos mers d'Europe, comme le fait Agassiz depuis plusieurs années sur les côtes d'Amérique; les résultats ne seraient certainement pas en disproportion avec les dépenses.

L. Cuénot,
Chargé du Cours de Zoologie
à la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences médicales

Proust (A.), *Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, médecin de l'Hôtel-Dieu*, et **Mathieu** (A.), *Médecin des Hôpitaux de Paris*. — **L'Hygiène de l'Obèse.** — *1 vol. in-16 de* XXIV-344 *pages de la Bibliothèque d'Hygiène thérapeutique.* (*Prix, cartonné : 4 fr.*) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1897.

L'obésité est le développement exagéré du tissu graisseux dans l'organisme. Les limites de l'obésité ne sont pas précises. Il n'est guère possible de les préciser. Le poids de l'individu sert à l'évaluer grossièrement; encore faut-il corriger cette évaluation arbitraire en considérant le poids par rapport à la taille du sujet.

Les auteurs font la description clinique de l'obèse. Ils citent des observations anomales qui montrent que l'exagération de cet état peut aboutir à la monstruosité. Ils indiquent rapidement les inconvénients apportés au fonctionnement des organes par l'accumulation de la graisse et les accidents qui en résultent. Ils font une classification — trop sommaire peut-être — des obèses.

Les causes de l'obésité sont encore obscures. Elle débute à tout âge. Elle peut être congénitale, suivre une maladie infectieuse. Elle est favorisée chez la femme par les grossesses successives et l'allaitement. Elle est la conséquence de la sédentarité de certaines carrières. Plus tard, elle apparaît à l'âge mûr, après la ménopause. Elle est environ deux fois plus fréquente chez la femme que chez l'homme. La race, les mœurs ont aussi une influence manifeste sur le développement de l'obésité.

Ne devient pas obèse qui veut. Il faut offrir une prédisposition particulière et réaliser des conditions déterminées. L'obésité se perpétue héréditairement dans certaines familles. Elle est favorisée par un régime alimentaire excessif, riche en hydrates de carbone et par l'absence d'exercice musculaire. Dans l'engraissement artificiel des animaux, les éleveurs n'emploient pas d'autres procédés.

L'obésité dépend évidemment d'une déviation de la nutrition. Or, pour connaître ce trouble, il faut savoir ce qu'est la nutrition normale. C'est là une étude très obscure, d'extrême difficulté. Cependant on commence à posséder sur cette question certaines données. L'alimentation est destinée à entretenir la vie. Les substances nécessaires à l'alimentation de l'homme sont de trois catégories : les matières albuminoïdes, les graisses, les hydrates de carbone. Il faut y ajouter l'eau et les substances salines minérales. Une de ces catégories ne peut à elle seule convenir à l'alimentation. La plus indispensable de toutes est la substance albuminoïde. Elle représente l'apport azoté sans lequel le protoplasma cellulaire ne peut vivre. L'alimentation non seulement entretient la vie de nos cellules, mais permet leur activité fonctionnelle. Cependant l'organisme ne dépense pas toujours la totalité de ses aliments. Ceux-ci, transformés, sont alors emmagasinés pour servir de réserves dans le cas de défaut d'aliment ou d'excès d'activité fonctionnelle. Une grande partie de ces réserves est représentée par la graisse accumulée dans le tissu adipeux. Or cette graisse peut être produite, soit par les substances grasses mêmes, susceptibles d'être assimilées directement sans grande transformation chimique préalable, soit par les transformations subies par les substances azotées ou hydrocarbonées. L'abus des farineux et des féculents amène l'engraissement tout comme l'excès des aliments gras. Chez l'individu normal, on peut donc en augmentant l'alimentation et en diminuant l'activité, l'exercice, réaliser expérimentalement l'engraissement. Cela est vrai théoriquement et pratiquement; mais on ne peut appliquer le même raisonnement à l'obésité. Obésité est un terme de morbidité. L'obèse est un malade qui n'obéit plus exactement aux lois physiologiques normales.

Quelle est donc la cause de l'obésité? Elle n'est probablement pas unique. Aussi les théories qui prétendent l'expliquer sont-elles en faute sur bien des points. Celle du ralentissement de la nutrition illustrée par le professeur Bouchard est la plus répandue. Un défaut d'oxydation empêcherait la graisse d'être détruite en quantité suffisante. Ailleurs l'influence névropathique sur l'adipose se manifeste avec une certaine évidence.

M. Mathieu expose les principaux régimes conseillés dans la cure de l'obésité : régimes d'Harvey-Banting, d'Ebstein, d'Œrtel, etc., qui perdent tout intérêt à être résumés dans une analyse. Des tableaux sur la valeur comparative des divers aliments, sur leur teneur en azote, en graisse, sur leur équivalence en calories forment des documents importants.

Le système préconisé par M. Mathieu pour combattre l'obésité n'est pas exclusif. Il rejette les méthodes intensives, adopte de préférence les méthodes lentes, progressives, insiste sur la surveillance des forces, de l'état des urines, de la circulation pendant le traitement. Il consacre à chacune des variétés d'obèses un chapitre spécial, car tel traitement bon pour un obèse vigoureux ne peut être appliqué à un obèse diabétique ou cardiaque. Dans les dernières pages sont rapportés les divers traitements médicamenteux jusqu'ici employés : les médications alcaline, purgative, iodurée et surtout le traitement thyroïdien; enfin les cures thermales de l'obésité.

Le livre de MM. Proust et Mathieu est très clair. Il se lit avec une grande facilité et un intérêt soutenu. Les auteurs l'ont dépouillé de tout détail embarrassant. C'est à la fois une œuvre de médecine et de vulgarisation aussi bonne à consulter pour les malades que pour les médecins. C'est là d'ailleurs la caractéristique de cette bibliothèque d'hygiène; et elle remplit le but qu'elle s'est proposé.

Dr A. Létienne.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 Août 1897.

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. le Dr **Tholozan**, Correspondant de la Section de Médecine et de Chirurgie.

1° Sciences physiques. — M. **J.-A. Le Bel** étudie la forme cristalline des chloroplatinates de diamine : $Pt\,Cl^6\,2\,(AzH^2RR')$. On obtient une grande variété de cristaux différents en faisant varier les radicaux R et R', mais on peut les rattacher à quatre types théoriques. — M. **A. Collet**, en chauffant les cétones chlorées ou bromées avec les sels alcalins d'acides gras ou aromatiques, a obtenu les éthers des alcools cétoniques correspondants. Il a ainsi préparé les éthers acétiques du méthylbenzoylcarbinol, de l'éthylbenzoylcarbinol et du diméthylbenzoylcarbinol. — M. **P. Petit**, en saccharifiant l'amidon par la diastase, a obtenu d'abord un corps de formule probable $(C^6H^{10}O^5)^3$. Celui-ci, soumis de nouveau à l'action de la diastase, se dédouble en deux corps : l'un, insoluble dans l'alcool, de formule probable $(C^6H^{10}O^5)^4$; l'autre, soluble dans l'alcool, de formule probable $C^{12}H^{22}O^{11}$. — M. **Léo Vignon** a étudié le mécanisme de la fixation des couleurs *substantives*, c'est-à-dire qui ont la propriété de se fixer directement sur le coton. Il montre que l'absorption de ces couleurs paraît due à l'action du groupement

$$R' \begin{matrix} Az \\ \vdots \\ Az \end{matrix} \quad \text{ou} \quad Az - Az$$

ces azotes devenant pentaatomiques en s'unissant à la molécule cellulosique. — MM. **Battandier** et **Th. Malosse** ont retiré des rameaux et de l'écorce du *Retama sphærocarpa*, par les procédés ordinaires, un alcaloïde défini, la *rétamine*, de formule probable $C^{15}H^{26}Az^2O$, ce qui en ferait une oxyspartéine.

2° Sciences naturelles. — M. **Ad. Chatin** a déterminé le nombre et la symétrie des faisceaux libéro-ligneux des feuilles dans les grandes familles végétales. Les Corolliflores ne présentent généralement qu'un seul faisceau, et, à ce titre, tiennent la tête de la série végétale. — M. **Georges Fron** montre que la racine très jeune des *Suæda* et des *Salsola* présente une asymétrie de structure. Cette asymétrie se manifeste dès les formations primaires, se développe dans les formations secondaires normales et s'exagère dans les formations secondaires anormales. L'ensemble produit alors, sur une coupe transversale, l'apparence d'une double spirale de tissus libéro-ligneux. — M. **Auguste Boirivant** a constaté que la suppression du limbe ou des feuilles provoque, chez la plupart des plantes : 1° une coloration verte plus foncée des tiges ou pétioles, due à la formation plus abondante de chlorophylle dans leur tissu assimilateur; 2° une modification de la forme des cellules de ce tissu et une augmentation du nombre des assises cellulaires contenant de la chlorophylle. — M. **E. Roze** a constaté que le *Pseudocommis vitis* Debray envahit aussi les plantes submergées; il l'a remarqué dans la tige et les feuilles de l'*Elodea canadensis*. — M. **E.-H. Trouessart** a constaté la présence d'un Acarien, le *Carpoglyphus passularum* Robin, dans le vin de Grenache. Cet Acarien vit ordinairement sur les raisins secs; il passe facilement dans le vin de raisins secs et finit par infester les tonneaux et le matériel de vinification.

Séance du 16 Août 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **F. Rossard** adresse ses observations de la comète périodique de d'Arrest, faites à l'Observatoire de Toulouse (grand télescope Gautier et équatorial Brunner de $0^m,25$). — M. **D. Germozzi** communique un mémoire relatif à la queue des comètes.

2° Sciences physiques. — M. **H. Deslandres** montre que le spectre des rayons cathodiques peut être réduit à une raie simple unique lorsqu'on illumine le tube avec un appareil Tesla-d'Arsonval, ou avec une bobine ordinaire complétée par un condensateur. Dans les deux cas, il y a alors résonance entre le tube à vide qui possède une période d'oscillation propre) et le reste du système. — M. **Abel Buguet** communique un certain nombre de clichés, impressionnés quoique placés derrière un écran opaque aux rayons X. Le fait doit être attribué à une diffusion des rayons X dans l'air ou d'autres milieux. — M. **A. Gaillard** adresse un mémoire sur un système de relai électro-magnétique propre à la transmission des signaux par les ondes électro-magnétiques de faible fréquence. — M. **V. Ducla** adresse une note relative au rapport numérique de la chaleur totale de vaporisation à la chaleur de fusion.

3° Sciences naturelles. — Mlle **Sophie Pereyaslawzewa** a étudié les derniers stades du développement des Pédipalpes. — M. **A. Bigot** a observé la terrasse littorale qui se présente sur les côtes de la Basse-Normandie. Elle s'est formée à l'époque pléistocène, au moment où le littoral de la Manche s'est surélevé. Aujourd'hui, la mer tend à reprendre son niveau et enlève petit à petit cette terrasse. — M. **E. Ferrière** propose d'ajouter de la mélasse à la bouillie cuivrique dans le traitement du black-rot.

Séance du 23 Août 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **P. Tacchini** adresse le résumé des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant le premier semestre de 1897. On a observé, à la fois, une diminution des taches solaires, des facules et des protubérances. — M. **L. Cruls** communique l'observation de l'éclipse de Soleil du 29 juillet faite à l'Observatoire de Rio-de-Janeiro. — M. **Ch.-V. Zenger** expose sa théorie électro-dynamique du système du monde qui explique le parallélisme des perturbations atmosphériques, électriques, magnétiques, sismiques, leur relation avec la période solaire et leur retour périodique tous les 10,6 ans. La photographie journalière du Soleil permet de prédire à coup sûr le temps local. — M. **J. Andrade** montre comment la réduction de vecteurs non concourants peut conduire aux trois géométries de Lobatchefsky, d'Euclide et de Riemann.

2° Sciences physiques. — MM. **A. Leduc** et **P. Sacerdote** ont déterminé les constantes critiques de l'hydrogène phosphoré (52°,8 et 64 atm.), de l'acide chlorhydrique (52° et 83 atm.) et de l'acide sulfhydrique (100° et 90 atm.). — M. **Abel Buguet** a mesuré, par une méthode photographique, l'absorption des rayons X par des couches métalliques d'épaisseur croissante.

3° Sciences naturelles. — M. **Chatin** a reçu du Dr Tholozan, de Téhéran, des truffes appartenant au genre *Terfezia Hanotauxii*. M. Tholozan signale aussi l'existence de truffes noires qui pourraient bien être le *Terfezia Aphroditis*. — M. **L. Mathieu** a trouvé dans des vins authentiques, ne provenant pas de raisins secs, diverses espèces d'Acariens, en particulier le *Glyphagus cursor* et le *Tiroglyphus farinæ*. — M. **J. Bernes**

propose, pour la destruction du black-rot, l'emploi d'un lait de chaux cuprique.

Séance du 30 Août 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **Paul Serret** étudie les propriétés de l'hypocycloïde de Steiner par la méthode de Pascal.

2° Sciences physiques. — M. **Ch. Porcher** a photographié l'image qui se produit sur l'écran fluoroscopique, en prenant des précautions spéciales pour éviter l'action des rayons X qui traversent l'écran. Les épreuves, même après une longue pose, sont très pâles.

3° Sciences naturelles. — M. **Mouton** a étudié la plasmolyse sur les Amibes enkystés. Il a constaté que des solutions salines isotoniques (c'est-à-dire produisant la même contraction du protoplasma) ont même température de congélation. — M. **T. Roze** a constaté que le *Pseudo-commis vitis* Debray se développe aussi sur les plantes marines, en particulier sur les *Fucus serratus* et *vesiculosus*. Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 10 Août 1897.

M. le Président annonce le décès de M. **Tholozan**, associé national. — M. **Javal** analyse un travail de MM. **Druault** et **Tscherning** sur les verres de lunettes à la baryte. Ces verres n'offrent aucun avantage sur les verres ordinaires; ils leur sont plutôt inférieurs. — M. **Chauvel** présente le rapport sur le concours du prix Meynot. — MM. **Reynier** et **Glover** lisent un mémoire relatif à des recherches anatomiques sur la topographie cranio-encéphalique, sur la topographie des cavités osseuses du crâne et de la face et sur celles des sinus veineux de la dure-mère, recherches faites au moyen de la radio-photographie. — M. **Valude** a observé une gomme tuberculeuse de la conjonctivite et de la sclérotique, qu'il a guérie par ablation. — M. **Chipault** montre la nécessité de la fixation apophysaire directe pour la guérison durable des déviations vertébrales réduites.

Séance du 17 Août 1897.

M. **A. Robin** présente le rapport sur les demandes en autorisation pour des sources d'eaux minérales. — M. **A. Robin** indique les caractères chimiques auxquels on reconnaît l'albuminurie dyspeptique et le traitement à suivre au cours de cette affection. — M. **Dubousquet** lit un travail sur l'immunité de certaines familles de Saint-Ouen pour la tuberculose. — M. **Trouessart** étudie l'Acarien des vins sucrés du Midi. — M. **Monnier** a décelé par la radiographie une pièce de monnaie arrêtée dans l'œsophage d'un enfant de cinq ans; il l'a extraite par œsophagotomie externe.

Séance du 24 Août 1897.

M. le Président annonce le décès de M. **Luys**, membre de l'Académie. — M. **P. Mégnin** décrit un Acarien dangereux des îles de la mer des Indes : l'*Holothyrus coccinella* Gervais. Ces insectes produisent une sensation de brûlure irritante sur la peau, et, lorsqu'ils sont avalés par des animaux, ils produisent une inflammation des muqueuses qui va jusqu'à l'empoisonnement. — M. **Weber** confirme les conclusions énoncées récemment par M. Nocard. Le sérum antitétanique n'a pas d'effet curatif, mais un effet préventif. — M. **Guépin** lit un travail sur la compression digitale de la prostate.

Séance du 31 Août 1897.

M. le Président annonce le décès de M. **Surmay**, correspondant national. — M. **Cadet de Gassicourt** donne lecture du discours qu'il a prononcé aux obsèques du Dr Luys.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 24 Juillet 1897.

M. **A. Charrin** a mesuré le rayonnement d'une série d'enfants depuis la naissance; les nouveau-nés atteints d'ictère ont un rayonnement moindre que les enfants normaux. Les principes biliaires semblent donc diminuer la thermogenèse. — MM. **D. Courtade** et **J.-F. Guyon** montrent que le ganglion mésentérique inférieur est un centre réflexe pour le mouvement des fibres circulaires du rectum. — M. **G. Marinesco** a examiné les lésions de la moelle épinière et du cerveau chez des individus ayant succombé à des maladies infectieuses. — M. **Valenza** a étudié les prolongements protoplasmiques et cylindraxiles des cellules de la corne postérieure de la moelle. — M. **Charrin** a observé chez quatre chiens l'apparition de taches pigmentaires brunes à la suite de l'injection d'extrait aqueux ou glycériné de capsules surrénales. — M. **Charrin** présente un monstre formé de deux cobayes avec une seule tête; les parents avaient reçu des injections de toxines. — MM. **Genouville** et **Pasteau** pensent qu'il existe, chez les prostatiques, un rapport constant entre l'état de la tension artérielle et la contractilité vésicale. — MM. **Chassevant** et **Charrin** ont traité sans succès deux malades atteints d'anémie par l'ingestion d'extrait de moelle osseuse. — M. **F. Regnault** a étudié le mal de Pott au point de vue anatomo-pathologique. Ses conclusions sont peu favorables au redressement brusque dans le cas de gibbosité ancienne. — MM. **Gley** et **Camus** ont étudié le rôle des glandes des vésicules séminales chez le cobaye mâle. — M. **E. Maurel** a constaté, dans la leucocythémie splénique, que les globules blancs sont plus gros qu'à l'état normal, mais sont moins actifs et résistent moins aux températures extrêmes.

Séance du 31 Juillet 1897.

M. **M. Letulle** a étudié l'appendicite au point de vue anatomo-pathologique. L'infection se porte sur les follicules clos, qui se nécrosent, puis, par l'intermédiaire du réseau lymphatique très développé de l'appendice, elle se propage partout et jusque dans le péritoine. — M. **Laveran** pense que les lésions d'appendicite sont des lésions d'entérite, analogues à celles qu'on observe dans la dysenterie. — M. **Pilliet** fait remarquer que, dans l'appendicite, les glandes ne sont pas attaquées comme dans l'entérite; c'est la folliculite qui domine. — M. **E. Gley** a constaté chez le lapin que les glandules parathyroïdes contiennent vingt-cinq fois plus d'iodothyrine que la glande principale. — MM. **Widal** et **Nobécourt** ont immunisé un certain nombre de souris contre le bacille d'Eberth par l'injection préventive d'urine de typhiques. Le sérum de ces souris ne présentait pas la réaction agglutinante. L'immunition et la propriété agglutinante sont donc deux phénomènes distincts. — M. **Rénon** a conservé deux ballons d'urine stérilisée depuis 1893; la toxicité a augmenté par le vieillissement. — MM. **Capitan** et **Croisier** signalent un cas d'inversion totale des viscères qu'ils ont constaté sur le vivant au moyen de la phonendoscopie. — MM. **Dastre** et **Floresco** ont étudié l'action générale des ferments solubles injectés dans les veines : 1° ils accélèrent ou retardent la coagulation; 2° ils abaissent la tension sanguine; 3° ils passent dans l'urine et diverses sécrétions. — M. **Phisalix** a constaté que le venin de la grande salamandre du Japon immunise le cobaye contre le venin de vipère. — MM. **Lefèvre** et **Charrin** ont observé que le suc gastrique détruisait plus ou moins les toxines. — M. **Guinard** adresse une note sur les effets cardio-musculaires de la malléine.

La Société entre en vacances jusqu'en octobre.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 18 Juin 1897.

M. **A. Guébhard** adresse une lettre relative *au moutonnement et à la zébrure des clichés*, accompagnée d'une série d'épreuves montrant les effets obtenus par l'apposition, sur une plaque sensible maintenue au repos pendant quinze ou vingt minutes dans le bain révélateur, d'objets très divers, doigts de la main, doigts de

gants bourrés de grenaille, morceaux de bougie, etc. Les apparences que présentent ces épreuves sont identiques à celles que M. le docteur Luys a cru pouvoir interpréter par un « enregistrement scientifique d'effluves humains ou de fluide odique ». Ces auréoles ou lignes de flux qui entourent les corps ou en émanent auraient leur origine dans un groupement moléculaire interne qui se montre dans tous les liquides troubles abandonnés au repos sous une faible épaisseur. — M. **Marage** a étudié *les cornets acoustiques par la photographie des flammes de Kœnig*. Des flammes d'acétylène ont pu être photographiées à l'aide de l'appareil de M. Marey; l'étude de ces photographies a mis d'abord en évidence un défaut de la méthode d'observation directe, qui tient aux déformations que le miroir en mouvement imprime à la flamme. Elle a permis ensuite de constater que le tube influe, par sa longueur et son diamètre, sur l'aspect de la flamme et surtout que l'embouchure peut modifier énormément les apparences observées, au point de fournir des résultats entièrement différents d'une forme à l'autre. Ces faits permettent de comprendre la divergence des conclusions énoncées par divers expérimentateurs et de déterminer expérimentalement la forme d'embouchure qui modifie le moins la nature des voyelles transmises. M. Marage est ainsi arrivé à construire un cornet acoustique qui conserve le timbre des sons et qui, en même temps, au point de vue thérapeutique, sert à masser le tympan et la chaîne des osselets. — M. **G. Weiss** signale un travail de M. **Ludimar Hermann** : *Sur le timbre des voyelles*. Les mouvements d'une membrane de phonographe sont inscrits photographiquement au moyen d'un rayon lumineux réfléchi par un petit miroir. Pour les étudier, M. Hermann a construit un analyseur harmonique qui consiste en une série de dix-huit papiers fenêtrés qu'on applique successivement sur un tableau de chiffres construit en inscrivant, sur une série de lignes superposées, les valeurs des ordonnées de quarante points de la courbe multipliées respectivement par cos 0°, cos 9°, cos 18°..... cos 81°. On obtient les coefficients de la série de Fourier qui représente le mouvement périodique en faisant la somme algébrique des termes qui apparaissent aux fenêtres pratiquées dans chaque papier. L'expérience a montré que, conformément aux idées de Helmholtz, une voyelle est caractérisée par une série de sons fixes superposés au son fondamental et non par une suite d'harmoniques de rang déterminé. — M. **G. Charpy** projette des *photographies microscopiques* montrant la texture hétérogène *des alliages métalliques*. On constate en particulier que les alliages à point de fusion minimum, dits *eutectiques*, sont formés par la juxtaposition des deux métaux en lamelles très fines, présentant ainsi une constitution analogue à celle que M. Ponsot a reconnue dans les cryosels, au lieu d'être, comme on l'a cru, des composés définis. De tels composés, de formules $SbSn$, $SbCu^2$, $SnCu^3$, apparaissent dans certains cas, au milieu de la masse en cristaux parfaitement nets. Enfin la méthode d'observation microscopique montre que la texture d'un alliage varie beaucoup avec le travail qu'il a subi ou le recuit auquel il a été soumis. — M. Gariel présente, au nom de M. **S. Leduc**, *des radiographies obtenues avec une machine statique*. Les étincelles éclatant entre les armatures internes des condensateurs, on intercale le tube entre les armatures externes, à chacune desquelles est fixée une chaîne dont l'extrémité traîne sur le sol. Avec ce dispositif, les décharges ne traversent le tube que dans un sens.

Séance du 2 Juillet 1897.

M. **Foveau de Courmelles** annonce par lettre que ses expériences confirment les résultats obtenus par M. S. Leduc, dans l'application des machines statiques à la production des radiographies. — M. **Décombe** a fait des expériences *sur la résonance multiple*. MM. Sarasin et de La Rive ont découvert qu'un excitateur de Hertz peut mettre en activité un résonateur de dimensions quelconques; MM. Poincaré et Bjerknes on expliqué le phénomène en remarquant que, dans ces expériences, l'excitateur dont le coefficient d'amortissement est très grand, émet quelques vibrations d'amplitude très rapidement décroissante, qui n'ont d'autre effet que de donner naissance à un mouvement électrique dans le résonateur ; celui-ci ayant un amortissement très faible, continue à vibrer très longtemps après le passage de l'onde avec sa période propre. On obtiendra au contraire des résultats indépendants du résonateur en donnant à celui-ci un amortissement considérable et en réduisant celui de l'excitateur. On a constitué ce dernier appareil d'une tige de laiton de 7 millimètres de diamètre ; les oscillations y prennent naissance par induction et l'étincelle, qui présente toujours une résistance notable, est supprimée. Les résonateurs étaient des cadres de fil de fer de 0,1 mm. de diamètre; la capacité était la même pour tous, mais les dimensions du circuit extérieur variaient de l'un à l'autre. Voici les longueurs d'onde, telles qu'on les a déterminées par la méthode du pont :

DIMENSIONS DU RÉSONATEUR	λ
60 centimètres sur 46.	15,44
50 — 38,3	15,36
40 — 30,7	15,16
30 — 23.	14,80

La valeur de λ est, conformément à la théorie, à peu près indépendante de la self-induction du résonateur. — M. **Ch.-Ed. Guillaume** a étudié les *aciers-nickels*. Le point de départ de ces recherches a été la constatation de deux anomalies de dilatation de ces aciers. Un alliage à 22 %, faiblement chromé, qu'étudiait M. Benoît, s'est montré aussi dilatable que les laitons; M. Guillaume a découvert plus tard un acier très peu dilatable. Une étude d'ensemble a montré que, jusqu'à une proportion de 20 % de nickel environ, la dilatation reste normale ; elle augmente ensuite rapidement, atteint un maximum et redescend, au point de devenir, vers une teneur de 36 % de nickel, dix fois plus petite que pour le platine ; elle tend ensuite vers les valeurs normales. Des expériences de flexion, faites sur des tiges supportées à leurs extrémités et chargées au milieu, ont montré que le coefficient d'élasticité suit une loi de variation très voisine de celle de la dilatation. M. Hopkinson a signalé des propriétés magnétiques curieuses des aciers-nickels; M. Guillaume a constaté que, jusqu'à des teneurs de 25 %, l'aimantation des alliages est fonction irréversible de la température; entre le rouge sombre et le rouge cerise, tous ces aciers perdent leur magnétisme et ne le retrouvent qu'après avoir passé par une température d'autant plus basse qu'ils contiennent plus de nickel. Pour des teneurs plus élevées, les propriétés des alliages sont réversibles; l'élévation de la température fait perdre graduellement le magnétisme, en même temps que le coefficient de dilatation subit une variation considérable. La résistivité des alliages n'est pas affectée par ces transformations. M. Guillaume met en évidence les propriétés qu'il vient d'annoncer par quelques expériences de cours très élégantes. La dilatation des tiges est rendue visible en fixant l'une de leurs extrémités tandis que l'autre, qui porte une surface plane striée, parallèle à l'axe de la tige, fait rouler une aiguille munie d'un index. Un appareil d'arrachement, comportant une petite cuve qui s'adapte sur les extrémités du barreau d'un électro-aimant en fer à cheval, permet de montrer la disparition du magnétisme au-dessous de 100°. Un coupe-circuit automatique, dans lequel une tige, maintenue par un aimant et sollicitée par un ressort antagoniste, se déplace quand le courant atteint une intensité déterminée, est basé sur le même principe. M. Guillaume indique l'application des propriétés de ces alliages à la compensation dans les appareils de précision; la variation simultanée des deux premiers coefficients de la formule de dilatation présente le grand

avantage de rendre possible la compensation rigoureuse. Il faut d'ailleurs tenir compte, dans la préparation des pièces, des variations permanentes des alliages, dont les lois sont analogues à celles du déplacement du zéro des thermomètres. — M. **van Aubel** adresse un travail relatif à la *résistance du Réostène*, acier au nickel fabriqué par M. Glover, de Salford. La densité de cet alliage est 7,8991; sa résistivité à 0°,44 est 77,07 microhms centimètres. Le coefficient de variation de la résistance avec la température est 0,00119 entre 0°,44 et 14°,47 et 0,00114, de 57° à 74°,1. En revenant à 0°, on retrouve exactement la valeur primitive de la résistivité. Cette constance de variation, qui ne se retrouve chez aucun alliage, permettra d'utiliser le réostène à la mesure des températures. — M. **Camichel** décrit un *ampèremètre thermique à mercure*. Le réservoir d'un thermomètre occupe presque totalement la section d'une des branches d'un tube en U rempli de mercure. Le courant, en traversant l'espace annulaire, y dégage une quantité de chaleur variable avec son intensité; on lit l'élévation de température du thermomètre et on gradue l'appareil par comparaison. Une variation de 15° dans la température extérieure ne modifie pas les indications de l'appareil. La self-induction étant négligeable, cet ampèremètre se prête à la mesure des courants alternatifs. La résistance, pour la mesure de courants inférieurs à 20 ampères, doit être de 0,005 ohms environ. L'approximation des mesures atteint $\frac{1}{200}$. Il est nécessaire de fixer parfaitement le thermomètre, les indications de l'instrument dépendant essentiellement de la situation relative du réservoir et des parois du tube en U.

Séance du 16 Juillet 1897.

M. **Guébhard** complète la communication adressée dans une des précédentes séances sur le *tachetage accidentel des clichés photographiques abandonnés dans un bain développateur de faible épaisseur*. Il a constaté que le phénomène peut être reproduit avec des liquides filtrés et que les lignes directrices du tachetage sont identiques aux lignes de flux. Quant aux causes qui produisent les auréoles observées autour des empreintes des objets déposés par la plaque, elles sont multiples; on peut distinguer : la phosphorescence et la chaleur rayonnée, surtout dans le cas des doigts humains; la concentration de rayons, même rouges, contre lesquels on ne s'est pas protégé; les mouvements du liquide; les actions chimiques ou de tension superficielle dues à un nettoyage incomplet de la plaque; les actions osmotiques exercées sur une surface immergée perméable au liquide; enfin, dans tous les espaces étroits compris entre la plaque et une surface qui lui présente sa convexité, il se produit des auréoles d'origine capillaire. — M. **Ponsot** rend compte de ses recherches sur la mesure directe de la *pression osmotique des solutions étendues de sucre de canne*. Il a pu préparer plusieurs vases à paroi semi-perméable de ferrocyanure de cuivre et il indique comment il a pu réussir cette préparation. La solution sucrée dont il veut connaître la pression osmotique est placée dans un vase à paroi semi-perméable, plongé dans l'eau pure; le bouchon fermant ce vase est traversé par un tube disposé verticalement et contenant de la solution jusqu'à une certaine hauteur. Le tout est placé dans un lieu à température à peu près invariable (au fond d'un puits de 18 mètres au Laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne, 11°,8). La vitesse de déplacement du sommet de la colonne liquide dans le tube, ou vitesse osmotique, est mesurée à différentes hauteurs. On déduit de ces mesures la position de vitesse nulle ou d'équilibre osmotique. La hauteur osmotique, corrigée, multipliée par la densité, donne la pression osmotique. M. Ponsot a fait une détermination à la température de 0°,8 dans une glacière de la brasserie de MM. Dumesnil, à Paris. Résultats : la pression osmotique mesurée diffère de la pression théorique de quantités inférieures aux variations expérimentales, toujours plus petites que $\frac{1}{40}$. Le coefficient de la relation de van t' Hoff est égal à 1 ou très voisin de 1 : d'où confirmation des résultats de M. Ponsot sur la cryoscopie des solutions de sucre. L'hypothèse de la dissociation du sucre dans ses solutions étendues n'est donc pas appuyée par les résultats cryoscopiques et osmotiques. M. Ponsot se propose d'étendre ses recherches à d'autres solutions. Il indique quelques résultats de son étude théorique de l'équilibre osmotique; il regrette que les documents fassent défaut pour l'application des relations qu'il a trouvées. M. Ponsot pense que les mesures de la pression osmotique seront utiles pour servir de base à l'étude théorique des phénomènes de la dissolution; les mesures cryoscopiques et de tensions de vapeur sont insuffisantes pour cela, notamment à cause de leur précision limitée. D'ailleurs les résultats cryoscopiques sont très variables suivant les auteurs, de telle sorte qu'une hypothèse, celle d'Arrhénius par exemple, trouve des résultats qui l'appuient, tandis que d'autres lui sont absolument opposés. — M. **Raveau** expose les *nouvelles observations sur les propriétés des rayons X* que M. Röntgen vient de publier. L'air exposé aux rayons X émet lui-même des rayons X; un écran au platinocyanure de baryum, protégé contre le rayonnement direct d'un tube, s'illumine quand des rayons X traversent l'air dont il n'est séparé par aucune lame métallique épaisse. Il reste à décider si les rayons qui émanent de l'air sont ou non de même nature que ceux qu'il a reçus. En dehors de ce fait nouveau, le mémoire contient surtout la confirmation d'expériences déjà faites et le développement de vues particulières à l'auteur : 1° l'émission des rayons X par l'anode est un phénomène analogue à la fluorescence; 2° la nature des rayons émis par un tube dépend essentiellement de la forme de la décharge, les autres circonstances n'intervenant que pour déterminer cette forme; 3° les rayons X ne diffèrent pas essentiellement des rayons cathodiques; les écarts entre les valeurs de la transparence des divers métaux aux deux espèces de rayons diminuent à mesure qu'on opère avec des rayons X de moindre pouvoir pénétrant et sur des lames plus minces. M. **Korda** cite quelques expériences confirmant des résultats obtenus par M. Röntgen. M. **Sagnac** rappelle que les clichés radiographiques obtenus avec une pose très longue présentent, sur toute leur étendue, un voile qu'il est naturel d'attribuer à l'effet découvert par M. Röntgen. — M. **Jobin** présente un *polariseur en spath de faible épaisseur*, qu'il a construit sur les indications de M. Joubin. On taille une face perpendiculaire à la section principale, dans l'angle aigu de cette section et à 38°,25′ de la face d'incidence; le rayon ordinaire correspondant à un rayon normal à la face naturelle est seul réfléchi totalement et on dispose d'un champ polarisé à 4°,5′ environ, symétrique autour de la normale. Quand on a abattu les angles aigus pour des plans perpendiculaires aux faces d'entrée et de sortie, l'épaisseur n'est plus que les $\frac{8}{10}$ de la largeur de ces faces; le champ est parfaitement suffisant pour la plupart des lunettes des polarimètres et saccharimètres. — M. **Beaulard** a adressé au mois de mars des *observations sur les rayons cathodiques* dont il est donné lecture. En prenant à la main le tube qui sert à montrer la prétendue répulsion des rayons cathodiques, on constate une déviation des rayons; il n'y a pas d'effet si une seule des cathodes fonctionne. Avec un fil conducteur traversé par un courant, on met facilement en évidence les actions électrodynamiques qui s'exercent entre le courant et le rayon cathodique. C. Raveau.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 9 Juillet 1897.

Au début de la séance, M. **Tanret**, en annonçant la mort de M. **Schützenberger**, passe rapidement son

œuvre en revue. Les lecteurs de la *Revue* ont déjà lu, à ce sujet, la belle notice de M. Etard. — **M. J. Winter** répond aux critiques de M. Ponsot. Avant de discuter sur le point de congélation des liquides organiques, il établit une distinction entre la partie technique de ses recherches et l'application qu'il a faite de la cryoscopie. Il croit cette application fort juste. — **M. Béchamp** discute une note de M. Buchner sur la fermentation alcoolique de la levure sans sucre. — **M. Mouneyrat**, en traitant le chloral par le chlore en présence du chlorure d'aluminium, a obtenu l'éthane perchloré avec d'excellents rendements. — L'action de l'acétylacétonate de sodium sur le chlorodinitrobenzène a donné à **M. Muttelet** le composé :

$$(CH^3 - CO)^2CH - C^6H^3(AzO^2)^2$$

avec formation de chloroforme. — **M. Guichard** a constaté, en réduisant l'anhydride molybdique MoO^3, que l'on n'obtient pas les oxydes Mo^2O^5, Mo^5O^{12}, Mo^2O^3. Il se forme seulement le bioxyde MoO^2, puis le métal. La réduction peut être totale au-dessous de 600°. — **M. Delépine** a constaté que l'oxygène à froid soit seul, soit en présence de potasse, n'agit pas sur les solutions d'aldéhyde formique. A 100° l'action de l'oxygène seule est également nulle ; il faut la présence du noir de platine pour provoquer l'oxydation d'après :

$$CH^2O + O^2 = CO^2 + H^2O.$$

M. Lasne, en dosant l'acide phosphorique à l'état de pyrophosphate, a vérifié l'exactitude de cette méthode. Il a reconnu, par contre, qu'en présence d'un excès d'acide phosphorique le dosage de la magnésie est entaché d'erreurs. — **M. M. Nicloux** dose de petites quantités d'alcool méthylique, d'aldéhyde et d'acide formiques par le bichromate et l'acide sulfurique en appliquant le procédé qu'il a déjà donné pour l'alcool. — **M. Tanret** a préparé le β chlorhydrate de glucosamine à pouvoir rotatoire stable en solution. L'auteur donne pour ce corps $\alpha_D = +72°,50$. La concentration ou une addition d'alcool ne modifie pas sensiblement le pouvoir rotatoire. — **M. Tanret** présente une note de **M. Sabatier** : Sur l'acide nitrodisulfonique bleu et sur quelques-uns de ses sels. E. Charon.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences mathématiques.

G.-T. Walker : **Sur les boomerangs.** — Le boomerang est un instrument très curieux dont les indigènes australiens se servent comme d'une arme. Un boomerang type ressemble en général à un arc d'hyperbole symétrique, mesurant 80 centimètres de longueur. Au centre, la largeur est d'environ 7 centimètres et l'épaisseur d'un centimètre. Les deux bras sont tordus d'environ 4°. Cet instrument, jeté de façon que son plan soit vertical, décrit un trajet circulaire de 40 à 50 mètres de diamètre, atteint une hauteur de 7 à 12 mètres, et vient retomber sur le sol très près de son point de départ, le plan de rotation étant horizontal. Le vol peut être regardé comme un cas de mouvement régulier dont les conditions varient graduellement. La trajectoire dépend des changements de direction et d'inclinaison du plan du boomerang. On peut d'ailleurs l'expliquer théoriquement. Si l'on considère le boomerang comme une lame mince et tordue légèrement et qu'on lui applique les forces indiquées par M. Langley dans ses « Expériences d'Aéronautique », on obtient les équations du mouvement, d'où l'on déduit la vitesse angulaire de l'instrument. On peut prévoir plusieurs cas et plusieurs sortes de trajectoires, qui concordent avec les faits observés expérimentalement.

2° Sciences physiques.

H. Wilde : **Sur la limite de magnétisation du fer.** — De petits anneaux de fil de fer à section circulaire, de 0,57 pouce de diamètre, étaient suspendus au pôle d'un électro-aimant traversé par un courant de 40 ampères ; l'auteur appelle limite de magnétisation le poids nécessaire pour détacher les fils de fer de l'aimant. Voici le résultat de ses expériences :

LONGUEUR DU FIL DE FER	FORCE DE TRACTION pour un courant de 40 ampères	FORCE DE TRACTION par pouce carré
0,2 pouce.	0,984 livre.	385 livres.
0,4	1,016 —	397 —
0,6	1,059	414
0,8	1,074	420 —
1,0 -	1,078 -	422
1,2	1,078	422 --

On voit que la force de traction augmente avec la longueur du fil jusqu'à 1,0 pouce ; pour cette longueur, la limite de magnétisation est de 422 livres par pouce carré ou 29,67 kilos par centimètre carré. Elle ne dépend pas du courant, car elle reste constante lorsqu'on fait varier l'intensité du courant de 40 à 26 ampères.

L'auteur montre ensuite qu'on n'obtient pas de meilleurs résultats en opérant avec les deux pôles d'un électro-aimant qu'avec un seul.

E.-B.-H. Wade : **Nouvelle méthode pour déterminer la tension de vapeur des solutions.** — L'auteur s'est servi d'un appareil analogue en principe à celui de Sakurai, mais en différant par les points suivants : On prend deux tubes en U placés parallèlement dans deux enveloppes recevant le même courant de vapeur. La pression sur les contenus des deux tubes est la même et peut être portée à une valeur quelconque. On mesure simplement au moyen d'un thermomètre différentiel la différence des points d'ébullition de l'eau pure et de la solution placées dans leurs tubes respectifs. L'auteur a fait deux séries d'expériences à la pression de 760 millimètres : l'une dans laquelle un petit afflux de chaleur extérieure venait compenser la condensation dans les tubes en U, l'autre où la quantité de liquide mis en expérience était maintenue constante par un artifice automatique. Les substances examinées ont été les chlorures et bromures de potassium et de sodium et les chlorures de lithium, de calcium et de strontium. L'auteur a calculé le rapport de l'élévation du point d'ébullition à la concentration en grammes-molécules par litre de solution. Les chiffres obtenus varient de 0,90 à 1,06 pour les chlorures des métaux monovalents et de 1,31 à 1,66 pour les chlorures des métaux bivalents. Or, la théorie d'Arrhénius montre que ce rapport doit être de 1,04 pour les électrolytes du type $R'Cl$ quand ils sont complètement dissociés, et de 1,56 pour les électrolytes du type $R''Cl^2$. Pour certains sels, l'expérience confirme donc la théorie ; pour d'autres, la divergence dépasse l'ordre des erreurs expérimentales.

3° Sciences naturelles.

C.-S. Sherrington, F. R. S. : **Nouvelle note sur les nerfs sensitifs des muscles.** — Dans une précédente communication, M. Sherrington avait attiré l'attention sur les réactions réflexes que détermine l'excitation mécanique ou électrique de chacun des muscles de l'œil ou des troncs nerveux qui les innervent.

Il éprouva quelque surprise, lorsqu'eut été établie la nature sensitive de ces organes appelés originairement fuseaux musculaires (Kühne), de ne pouvoir en constater la présence dans aucun des muscles oculaires ; il s'attendait tout au contraire précisément à trouver dans ces muscles, en raison de la coordination de leurs mouvements et de l'empire qu'exerce sur eux la volonté, en raison aussi de la richesse bien connue de leur innervation, un terrain spécialement favorable pour l'étude des « fuseaux » (*spindles*).

Il lui sembla cependant possible que, si dans ces muscles les « fuseaux » appartenaient à un type très simple, si par exemple ils ne contenaient qu'une seule fibre musculaire non entourée d'une capsule distincte, mais revêtue simplement d'une gaine périmysiale simple, sans aucun espace lymphatique qui l'entoure, s'ils étaient réduits à un type beaucoup plus simple qu'aucun de ceux dont on a constaté l'existence, ils aient échappé à ses observations. Pour déterminer ce qu'il en était en réalité, M. Sherrington a eu recours à la méthode des dégénérescences.

Il avait remarqué que les fibres des fuseaux dans les muscles rouges subissent, après section du tronc nerveux qui innerve le muscle, une altération beaucoup plus lente que les fibres extérieures aux fuseaux; il s'était écoulé parfois deux ans sans qu'il ait pu observer aucune dégénérescence bien caractérisée. M. Sherrington sectionna donc le nerf oculo-moteur à son origine et examina les dégénérescences consécutives dans les muscles oculaires et leurs troncs nerveux particuliers.

Cette méthode ne lui permit pas d'arriver aux résultats précis qu'il avait espérés : 1° parce que les fibres des muscles oculaires renferment normalement chez le singe une quantité variable de granulations graisseuses, qui ont l'apparence d'une altération dégénératrice; 2° parce que les altérations consécutives à la section, bien que les granulations graisseuses eussent visiblement augmenté, n'apparaissaient pas au bout de soixante jours avec les caractères bien nets qu'on aurait pu attendre. Mais, d'autre part, dans les troncs nerveux extra-musculaires et intra-musculaires, ces dégénérescences wallériennes ont mis en lumière des faits importants. A l'exception de quelques fibres très petites, en nombre variable, provenant peut-être du ganglion ciliaire, *toutes* les fibres à myéline contenues dans ces muscles avaient dégénéré. Ces muscles sont donc innervés pour la plus grande part et de beaucoup par les fibres de l'oculo-moteur commun. Leur innervation sensitive ne dépend donc pas des nerfs de la Ve paire. Il faut d'ailleurs observer : 1° que la section des deux trijumeaux ne trouble pas les mouvements des globes oculaires; 2° que la section des trijumeaux et des nerfs optiques, même après la section du bulbe, n'altère pas sensiblement le tonus des muscles oculaires. Et cependant la section des racines sensitives des nerfs qui innervent un muscle abaisse considérablement son tonus.

M. Sherrington a été d'autre part frappé du long trajet fait dans ces muscles par un grand nombre de fibres nerveuses qui se prolongent jusqu'à leurs tendons oculaires. C'est un fait très frappant, lorsqu'on songe que les plaques motrices sont presque toutes concentrées à la partie moyenne de la portion charnue de ces muscles. Des recherches plus approfondies ont montré que, chez le singe et le chat, ces fibres présentent des subdivisions terminales qui, en de nombreux cas, pénètrent dans ces faisceaux tendineux. Beaucoup d'entre elles ont leurs terminaisons dans le tendon même; d'autres se recourbent en anses et se terminent à la jonction des fibres musculaires avec les faisceaux tendineux. Les fibres nerveuses qui se terminent ainsi s'épaississent et leurs segments se raccourcissent. L'arborisation terminale de ces fibres est petite en comparaison de celles des fuseaux de Kühne-Ruffini, ou de celles des organes tendineux de Golgi, mais par sa forme elle ressemble en des cas nombreux de très près à celles-ci. Le nerf oculo-moteur commun est donc peut-être non pas un nerf purement moteur, mais, bien qu'entièrement « musculaire », un nerf sensori-moteur. M. Sherrington a fait porter aussi ses recherches sur les nerfs de la IVe paire et elles ont abouti à des résultats analogues. Il a entrepris également l'étude des nerfs de la VIe paire.

Il résulte de ces faits que l'absence dans un muscle de fuseaux de Kühne-Ruffini distincts ne prouve pas qu'il ne contienne pas d'organes terminaux sensifs ni de fibres afférentes. C'est là un point qui n'est pas sans importance, étant donné que ces recherches de M. Sherrington lui ont prouvé que les « fuseaux » faisaient défaut dans tous ces muscles oculaires de l'orbite, dans les muscles intrinsèques du larnyx, où l'on trouve cependant des corpuscules de Pacini, dans les muscles intrinsèques de la langue et dans le diaphragme. Tous ces muscles appartiennent au groupe de ceux qui sont innervés par des fibres de plus petit calibre (Gaskell) que celles qui innervent la plus grande partie des muscles qui s'insèrent sur le squelette, c'est-à-dire par les fibres des nerfs afférents splanchniques non ganglionnaires de Gaskell.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Communications récentes.

1° Sciences physiques. — M. J.-D. van der Waals : *Sur l'équilibre d'un corps solide composé en présence de gaz et de liquide.* Si l'on échauffe un corps solide simple se trouvant dans un espace vide jusqu'à la température de fusion, on trouve, à une même température et à une même pression, les trois états du corps réunis. En chauffant encore, l'état solide disparaît; en refroidissant, l'état gazeux fait défaut. Cette température unique de réunion des trois états s'appelle le point triple. Un corps simple n'admet qu'un seul point triple. En admettant dans l'espace un gaz neutre, la température d'équilibre varie et devient la température de fusion sous une plus haute pression, mais alors il n'y a plus égalité de pression. Le solide et le liquide se trouvent sous une pression qui surpasse celle exercée par le gaz. Donc le point triple suppose que l'espace ne contient que le corps simple. Dans cette communication-ci l'auteur s'occupe de savoir si un corps composé admet aussi un point triple, c'est-à-dire s'il y a une température où la constitution du sorps solide, du liquide et du gaz est la même. Il faut exclure d'abord les matières qui, comme les hydrates de sels, ne se vaporisent pas entièrement. Dans le cas de ces matières, l'eau seulement se vaporise et la molécule de sel ne se trouve pas dans la vapeur; donc elles n'ont pas de point triple. Mais d'autres matières, dont les deux composantes se retrouvent dans la vapeur, n'admettent également pas de point triple proprement dit. Pour le démontrer et pour déduire des propriétés analogues l'auteur se sert des propriétés géométriques de la surface ψ. (*Arch. Néerl.*, t. XXIV, etc.) — M. H. Haga présente une communication de P.-G. Tiddens : *Une méthode d'évaluation de la longueur d'onde des rayons X.* Si les rayons X sont des mouvements ondulatoires, il doit être possible de produire par leur moyen les phénomènes de diffraction, semblables à ceux de la lumière, la longueur d'onde étant seulement différente. Supposons qu'on ait obtenu une certaine figure de diffraction de lumière d'une longueur d'onde connue λ, à l'aide de deux fentes parallèles dont la première sert de source de lumière et la seconde de fente de diffraction. Comment faut-il varier les circonstances de l'expérience pour une longueur d'onde n fois plus petite, afin que le résultat soit le même? Si r représente la distance des deux fentes, d la distance de la seconde fente à l'écran où se forme la figure de diffraction, $2a$ la largeur de la seconde fente, la méthode de Cornu (*Journ. de Phys.*, 1874) apprend qu'on obtiendra, dans les deux cas, les mêmes figures si l'on a :

$$\frac{r}{(r+d)\,dn\lambda'} = \frac{r'}{(r'+d')\,d'\lambda'}, \quad \frac{(d+r)\,a'^2 y^2}{rdn\lambda'} = \frac{(d'+r')\,a'^2}{r'd'\lambda'},$$

les lettres accentuées se rapportant au second cas et y indiquant le rétrécissement de la seconde fente, de manière qu'on a $a' = \frac{a}{y}$. Dans ces deux équations les inconnus sont r', d', y. Cependant pour éviter l'influence de la largeur de la première fente, le rapport de r' à d' doit être égal à celui de r à d. On peut donc poser

$r' = nr$, $d' = nd$, $y = 1$. Ces suppositions forment en effet la base des expériences. D'abord l'auteur a photographié la figure de diffraction de la lumière blanche en prenant $2a = 0{,}42^{mm}$, $r = d = 100^{mm}$, tandis que la première fente mesurait $0{,}14^{mm}$. Puis, éclairant par des rayons X, il a pris successivement $n = 1, 4, 15$. L'analogie des figures manquant tout à fait, la longueur d'onde des rayons X est certainement plus de 15 fois plus petite que celle des rayons qui agissent sur la plaque photographique. Les expériences se continuent pour $n = 27, 81$. — M. Haga présente encore une note au nom de M. C.-H. Wind : *Influence exercée par les dimensions de la source sur les phénomènes de diffraction de Fresnel et la diffraction des rayons X* (première communication). M. Tiddens, en répétant les expériences de M. Fomm, a trouvé que les phénomènes observés n'obéissent pas aux lois des phénomènes ordinaires de diffraction. Quelle en est alors la vraie nature? L'auteur, en se demandant quelle modification les phénomènes de diffraction de Fresnel doivent subir si l'on se sert d'une fente d'une certaine largeur, a trouvé par la théorie ondulatoire qu'en ce cas les phénomènes doivent prendre tout à fait le caractère des phénomènes obtenus par M. Fomm en étudiant les rayons X. En effet, si la fente diffringente est assez large, il se présente dans la partie éclairée de l'écran deux maxima, chacun d'eux se trouvant à une distance déterminée de l'un des bords de la partie éclairée. Si la largeur de la fente diminue, la distance indiquée reste d'abord absolument la même; elle reste encore sensiblement la même quand la fente est devenue tellement étroite que les deux maxima se touchent ou se croisent même. Cette distance est déterminée principalement par la largeur de la fente *éclairante;* elle est du même ordre de grandeur que celle-ci. Toutefois elle n'est pas totalement indépendante de la longueur d'onde; il sera même possible d'évaluer cette longueur, si l'on a mesuré exactement la distance en question. M. Wind a trouvé que les expériences, faites avec la lumière ordinaire, confirment parfaitement ces considérations théoriques. Quant à ces phénomènes que l'auteur appelle des phénomènes *secondaires* de diffraction et qui trouvent une explication très plausible dans la théorie ondulatoire, les rayons X semblent se comporter précisément comme les rayons de lumière, à part quelques écarts provenant probablement de la différence de longueur d'onde. Voilà une preuve presque concluante que les rayons X doivent être rangés dans la même classe de rayonnements que la lumière. — M. H. Kamerligh Onnes présente deux communications de M. E. van Everdingen : 1° *Rapport entre la variation magnétique de la résistance du bismuth et la dissymétrie du phénomène de Hall.* Une épreuve préliminaire a d'abord démontré que des résistances égales en dehors du champ magnétique pouvaient devenir différentes sous l'effet de l'aimantation. Ensuite une épreuve faite à l'aide de deux petites tiges de bismuth, taillées dans un même fragment homogène de bismuth cristallisé et dans des directions perpendiculaires entre elles, a mis hors de doute que la dissymétrie est due à l'inégalité de l'accroissement de résistance dans les deux directions. 2° *Relation entre l'état de cristallisation et les phénomènes électro-magnétiques dans le bismuth.* Pour trouver cette relation, l'auteur a fait des expériences avec des plaques taillées dans un gros bloc de fonte de bismuth. Des recherches systématiques ont fait voir que les grandes différences que l'on observe dans l'accroissement de résistance, tiennent à la disposition des cristaux dans la plaque. Des lois, établies pour l'explication du phénomène, ont été vérifiées à l'aide de plaques taillées dans de gros fragments de bismuth cristallisé et homogène. Le coefficient de Hall aussi bien que l'accroissement de résistance dans un champ magnétique dépendent, pour le bismuth cristallisé, de la direction de la coupe. On a observé des valeurs, variant de 1 à 7 pour le coefficient de Hall et de 1 à 2 pour la résistance.

2° Sciences naturelles. — M. C.-A.-J.-A. Oudemans : *Une maladie du Perce-neige* (*Galanthus nivalis*). L'auteur parvient aux conclusions suivantes : 1° La maladie est provoquée par *Botrytis galanthina* Sacc (*Syll.* IV, 136), vivant en parasite avec ses hyphes mycéliennes à l'intérieur des tissus, découvert en 1873 par MM. Berkeley et Broome, décrit sous le nom de *Polyactis galanthina*. 2° Le *Botrytis galanthina* persiste au moyen d'une génération dormante, connue sous le nom de *Sclerotium*. 3° On n'a pas encore réussi à multiplier le *Botrytis galanthina* par la dissémination des sclérotes. Cependant il est des cas où une autre Mucédinée, trouvée par l'auteur, qui a reçu le nom de *Monospora Galanthi*, mais qui ne semble avoir aucune relation généalogique avec le sclérote, et dont les dimensions sont beaucoup moindres que celles de *Botrytis galanthina*, s'étend à la surface de ces corps noirâtres, et y fait mûrir ses conidies qui se distinguent par une couleur foncée et une grandeur plus prononcée que celle du *Botrytis*. 4° La question de savoir si un autre champignon inférieur, habitant le tissu intérieur des écailles des bulbes, nommé *Fusoma Galanthi* est pour quelque chose dans la pourriture des bulbes, reste indécise. 5° Il est à désirer que les cultivateurs s'efforcent d'établir si des conditions météorologiques (couche de neige épaisse, dégel précipité, etc.) influent sur la maladie. — M. Oudemans s'occupe encore d'*une maladie des Pivoines* (*Pæonia*). Le *Botrytis* des pivoines, appartenant au sous-genre *Phymatotrichum*, ne se trouvant nulle part décrit, l'auteur en donne la diagnose en le désignant sous le nom de *Botrytis pæoniæ;* les sclérotes n'en ont pas été découverts jusqu'ici. — M. H.-J. Hamburger : *Sur une méthode quantitative pour l'évaluation de l'influence bactéricide du liquide sanguin et tissulaire.* La méthode qu'on applique généralement pour comparer la puissance bactéricide de deux liquides, consiste à compter les germes qui, après un temps déterminé, ont survécu. Dans ce but on mélange des quantités égales de gélatine ou d'agar-agar liquéfiés avec des quantités égales mais petites d'une culture de microbes en bouillon; on en fait des plaques et après que les germes se sont développés on les compte. L'auteur critique cette méthode et la déclare impropre à des évaluations comparatives, qui ne sauraient permettre des fautes de 40 à 50 %. Il propose une nouvelle méthode, laquelle se base sur l'évaluation, non pas du nombre, mais du volume des microbes au moyen d'une centrifuge. Cette méthode ne donne des fautes maximales que de 6 %. — Ensuite M. Hamburger s'occupe de *l'effet salubre de la pression veineuse et de l'inflammation dans la lutte du corps contre les bactéries.* L'auteur démontre expérimentalement que les deux propriétés de l'acide carbonique d'extraire des alcalis diffusibles aux albuminates et de faire gonfler les corpuscules rouges et blancs du sang augmentent considérablement la résistance aux microbes. P.-H. Schoute.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 1er Juillet 1897.

3° Sciences naturelles. — M. A. Nestler a constaté que la production d'eau liquide sur les feuilles est un phénomène général chez la plupart des Malvacées. — M. J. Lorenz von Liburnau : Sur les algues du Flysch. — M. Ad. Stener décrit la faune pélagique recueillie pendant une expédition dans la Mer Rouge; le plankton est plus abondant sur la côte ouest que sur la côte est. — M. Fr. Schenk étudie le développement de la mâchoire inférieure chez les Oiseaux. Elle est composée, chez l'embryon, de neuf petits os séparés qui se soudent dans le cours de la croissance. — MM. H-J. Czinner et V. Hammerschlag décrivent le développement de la membrane de Corti chez les Vertébrés.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Électricité industrielle

Le chemin de fer électrique de la Jungfrau. — Les travaux de la ligne électrique de la Jungfrau se poursuivent avec une rare activité. En plusieurs points, la voie est presque complètement terminée et les stations s'éditient au sein de la montagne. On sait que ce nouveau chemin de fer à crémaillère est à traction électrique. Seule l'électricité, produite hydrauliquement, pouvait donner une solution pratique du problème. A la Jungfrau, cependant, on est exposé à rencontrer de très grandes difficultés. Les obstacles sont dus, non pas au système de production et de transmission de l'énergie, mais à la nature du sol sur lequel doit reposer la voie. La déclivité extrême du terrain, la présence des glaciers, la raréfaction de l'air, le froid, sont autant de facteurs qui ne laissent pas que d'embarrasser sérieusement les ingénieurs. Le problème d'hydraulique électrique, au contraire, demeure d'une très grande simplicité. Il présentait plusieurs solutions. Celle que l'on a adoptée ne semble pas être l'une des plus mauvaises.

On sait que les deux vallées de Lauterbrunnen et de Grindelwald sont parcourues par deux rivières, la Lutschine blanche et la Lutschine noire, qui se réunissent pour se jeter dans le lac de Brienz, non loin d'Interlaken. Ce sont ces deux rivières qui seront utilisées pour produire la force nécessaire. Deux usines — l'une près de Lauterbrunnen, sur la Lutschine blanche, donnant environ 1.500 chevaux, l'autre près de Burglauenen, sur la Lutschine noire, donnant 4.800 chevaux, — sont actuellement en construction; leur puissance totale sera de 6.300 chevaux environ. L'installation de Lauterbrunnen doit être terminée en septembre 1897. D'après les mesures effectuées en juin 1896, le débit des rivières est de 17 mètres cubes à Burglauenen et de 15 seulement à Lauterbrunnen. On pourrait donc obtenir, en tenant compte de la hauteur de chute disponible, environ 2.130 chevaux dans le premier cas et 9.000 dans le second, la Lutschine noire donnant une chute trois fois plus haute que celle de la Lutschine blanche.

Les variations du débit des deux rivières coïncident heureusement avec celles de l'exploitation. Pendant les sécheresses de l'été, les Lutschines, grossies par la fonte des glaciers sous l'influence de la chaleur solaire, donnent leur débit maximum. En automne et au printemps, périodes pendant lesquelles le nombre des touristes est restreint, la quantité d'eau est moyenne. Enfin, en hiver, elle est minima et ne dépasse guère pendant les grands froids, 1,7 m.c. pour chacune des deux rivières. La force motrice dont on disposera sera donc en quelque sorte proportionnelle aux nécessités du moment.

L'unité adoptée pour les machines est de 500 chevaux. Elle est largement suffisante pour permettre de remorquer, avec une vitesse de 8,5 kilomètres à l'heure, un train de quatre-vingts personnes sur une rampe de 25 %, sans préjudice du chauffage et de l'éclairage.

Pour un wagon automobile, la consommation de force calculée d'après l'effort à exercer sur la crémaillère est de 211 chevaux pour un poids total de 26 tonnes. Le rendement est le suivant : Moteur et transmissions, 0,70; conducteur secondaire et transformateur, 0,84; conducteur principal, 0,92; dynamo, 0,93; produit total, 0,50. Le travail à l'arbre des turbines est de 424 chevaux.

L'éclairage sera obtenu par l'intermédiaire des accumulateurs. Quant au chauffage, il exigerait une batterie beaucoup trop puissante, aussi a-t-on renoncé à cette solution. Le courant servant à ce service est donc emprunté à la canalisation générale.

L'électricité servira également et sert actuellement à diverses autres besognes. C'est elle qui actionne les perforatrices et chauffe les marmites des cuisines où se préparent les aliments des travailleurs employés à la construction de la voie.

L'usine hydraulique de Lauterbrunnen, qui utilise comme on l'a dit l'eau de la Lutschine blanche, est située sur cette rivière, immédiatement au-dessus du pont de la ligne de la Wengernalp. Une canalisation de 690 mètres de longueur, avec 3 ‰ de pente, est placée sur la rive gauche de la Lutschine. Elle se compose de tubes de fer de 6 mètres de longueur et 5 millimètres d'épaisseur (parois). Cette canalisation amène les eaux dans la conduite principale qui mesure 1.625 mètres de longueur. Cette conduite aboutit à son extrémité la

plus basse dans la chambre des turbines, chaque ramification étant munie d'une vanne.

Deux turbines seulement, de 500 chevaux, sont montées pour le moment et deux turbines de 25 chevaux pour l'excitation. Les grandes turbines sont du système Girard; leur axe est horizontal. Elles sont munies d'un régulateur très sensible. Les petites turbines sont également pourvues d'un régulateur automatique.

Le coût d'établissement de l'usine de Lauterbrunnen monte à 558.000 francs. En admettant que la force produite soit de 2.130 chevaux, on constate que le prix du cheval à l'axe des turbines n'est que de 260 francs.

Dans la partie électrique de l'entreprise, on a dû innover en plus d'un point.

Les techniciens qui ont élaboré le projet ont été unanimes à donner la préférence aux courants polyphasés. Les quatre turbines actionnent donc quatre générateurs à courant triphasé. La tension est de 7.000 volts, le

Fig. 1. — *Carte du massif de la Jungfrau et du chemin de fer projeté.*

nombre de tours de 380 à la minute et le nombre de périodes de 38.

Les dynamos sont accouplées directement aux turbines. Elles sont excitées par deux dynamos à courant continu. Ces dernières sont mues par les petites turbines de 25 chevaux dont il a été question. Une seule dynamo suffit pour exciter les quatre génératrices.

Du bâtiment des turbines le câble principal va directement à la station Scheidegg (fig. 1), où la tension est abaissée de 7.000 volts à 500, à l'aide de transformateurs. La canalisation est à l'air libre jusqu'à l'entrée du tunnel. Sa longueur est de 8 kilom. 5. Le diamètre des conducteurs est de 7mm,5 et la perte d'énergie de 8 °/o seulement. Les trois câbles sont solidement soutenus.

Le courant est distribué dans le parcours Scheidegg-Tunnel à l'aide de deux câbles aériens de 9 millimètres et de deux trolleys. Les câbles sont soutenus par des poteaux de bois placés des deux côtés de la voie, comme cela se pratique pour les tramways. Leur hauteur au-dessus des rails est de 4 mètres exactement. Tous les 18 à 25 mètres, des câbles transversaux les supportent à l'aide d'isolateurs. Les poteaux, auxquels sont fixés ces câbles transversaux, servent à une seconde canalisation : celle du téléphone d'un côté de la voie, celle des appareils de mesure de la tension de l'autre côté.

On a pris toutes les précautions nécessaires pour assurer un isolement aussi parfait que possible à la canalisation principale.

Le Département des Chemins de fer suisses s'étant opposé à l'emploi de courants de 7.000 volts, on a dû employer des transformateurs pour l'abaisser à 500 volts.

Les transformateurs, au nombre de 12, sont placés dans 11 stations situées aux abords de la voie. Dans les rampes de 25 °/o, il y a un transformateur par kilomètre; dans celles de 10 à 15 °/o, une station de transformateur pour 1 kilom. 3/4 à 2 kilomètres. Le douzième transformateur sera destiné à fournir les courants alimentant les dynamos de l'ascenseur du sommet.

On a préféré la combinaison reposant sur l'emploi d'un grand nombre de transformateurs, à celle qui n'en exige qu'un petit nombre. On obtient ainsi une plus grande sécurité, les stations voisines pouvant fournir le courant en cas d'accident.

Les stations transformatrices livreront le courant à la voie. En tenant compte du rendement total de l'installation, on admet que, pour les débuts, la station génératrice de courants triphasés devra fournir environ 1.400 chevaux. Cette force sera suffisante pour assurer le service de trois trains montants et trois trains descendants, tous remplis de voyageurs. Ce chiffre comprend :

Traction des trains	667
Eclairage des trains et des tunnels	58
Eclairage des stations et ascenseur au sommet	200
Chauffage	120
Total	1.045

Indiquons encore, pendant que nous sommes dans les chiffres, ceux qui ont été établis par M. Guyer-Zeller, le promoteur de l'entreprise, pour le coût de l'entreprise, les frais d'entretien et de fonctionnement, et les recettes prévues.

D'une part, en réservant une large part pour l'imprévu, on estime le coût total de la ligne à 10.000.000 francs. Cette somme se décompose en :

Frais d'administration (concession, études)	200.000
Souscription des capitaux	300.000
Expropriation	60.000
Ligne. Voie ferrée	6.129.000
Stations et constructions diverses	180.000
Usines génératrices de Lauterbrunnen et Burglauenen	800.000
Observatoire	100.000
Matériel roulant	821.000
Mobilier et personnel	210.000
Total	8.800.000
Imprévu	1.200.000
Capital d'établissement	10.000.000

En partant de ce chiffre de 10.000.000 francs, on voit que la recette totale ne devra pas être inférieure à 5 ou 600.000 francs. D'après la concession, le prix du billet aller et retour de la Scheidegg au sommet de la Jungfrau ne peut être supérieur à 45 francs. Il sera probablement de 40 francs, soit en moyenne de 35 francs, en tenant compte des voyages à prix réduits. M. Guyer-Zeller prévoit 10.000 voyageurs pour le sommet et 30.000 pour les stations intermédiaires de la ligne, ce qui, avec les marchandises et la location de force motrice, assurerait une recette d'environ 722.000 francs. Les actionnaires toucheraient donc du 6, 8 °/o environ, ce qui semble réellement un peu merveilleux. L'avenir dira ce qu'il faut penser de ces prévisions optimistes.

Il est d'ailleurs fort possible que la réussite soit complète et que les trois courses quotidiennes ne suffisent pas au trafic. Chaque train, il est vrai, se composera de deux wagons et de la locomotive électrique placée à

la partie inférieure. Le convoi complet comprendra donc 70 à 80 personnes assises.

La locomotive électrique repose sur deux essieux par l'intermédiaire de deux ressorts en spirale dont le peu est limité à 10 millimètres dans les deux sens par des arrêts. Le cadre ou châssis est analogue à celui des locomotives ordinaires. Deux électromoteurs de 125 chevaux (800 tours à la minute) agissent sur les axes moteurs par l'intermédiaire d'engrenages placés symétriquement par rapport aux dynamos. La puissance maxima de 300 chevaux correspond à une consommation de 285 kilowatts, soit environ 235 ampères par phase du courant de ligne à 500 volts. Pour les roues de grand diamètre, on a employé l'acier fondu et l'acier forgé pour les roues dentées de la crémaillère.

La locomotive électrique possède trois sortes de freins : 1° un frein électrique, agissant sur l'axe de la dynamo et entrant en fonction dès que le moteur marche. Il est disposé de telle manière que si le moteur vient à s'emballer ou du moins à prendre une vitesse qu'un régulateur électrique permet de déterminer d'avance, le courant est interrompu et le frein fonc-

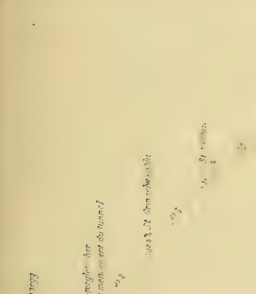


Fig. 2. — *Profil du chemin de fer de la Jungfrau.*

tionne. On peut d'ailleurs obtenir ce résultat depuis la plate-forme antérieure en manœuvrant un interrupteur; 2° un frein à main, agissant par l'intermédiaire d'un levier sur deux sabots en bronze enserrant la roue dentée motrice; 3° un frein à levier, saisissant les rails à l'aide de tenailles spéciales. Ce frein, très puissant, ne s'emploie qu'en cas de nécessité. Il peut être manœuvré par les deux conducteurs du train. Les sabots de ce frein sont en bronze. En cas d'interruption du courant, le frein à tenailles peut servir de régulateur et permettre d'achever la descente jusqu'au bas de la ligne. On ne risque donc pas de rester en détresse et l'on peut toujours au moins rebrousser chemin.

Les wagons de marchandises sont du poids de 2.600 kilos. La charge qu'ils peuvent prendre est de 8.000 kilos et la surface utilisable mesure 4 mètres sur 2. Chaque wagon est pourvu d'un solide frein à tenailles se manœuvrant à la main.

La partie hydraulique de l'entreprise est exécutée par Rieter et Cie et Escher Wyss et Cie; la partie électrique par les usines d'Œrlikon et par la maison Brown, Boveri et Cie. Les locomotives sont construites par la Schweizerische Lokomotivfabrick et les wagons de marchandises par la Fonderie (Giesserei) de Berne.

Il n'a pas encore été question de la voie, ni de son tracé, ni de sa disposition; et cependant cette partie du problème n'est pas la moins intéressante. On s'est arrêté aux plans de M. Guyer Zeller (fig. 1 et 2).

Le tracé en cours d'exécution part de la Petite Scheidegg, station de la ligne de la Wengernalp (qui va de Grindelwald à Lauterbrunnen). Pendant les premiers kilomètres, déjà terminés actuellement, la ligne est à ciel ouvert. Elle s'engage bientôt dans la montagne (Eiger) par une pente de 25 °/o pour sortir à 3.000 mètres environ, après avoir évité le sommet de l'Eiger, afin de demeurer sous le glacier.

De là, la ligne franchit l'arête qui relie l'Eiger au Mœnch et passe sous cette dernière cime pour reparaître à l'air libre, vers 3.600 mètres (station Mœnch). Le col de la Jungfrau (Jungfraujoch) n'étant qu'à 3.470 mètres, le tracé prévoit une descente par une pente de 22 °/o. A la cote de 3.393 mètres, la ligne, toujours en tunnel, remontera vers la Jungfrau, cette fois, après une courte apparition à ciel ouvert (station Jungfraujoch). La dernière étape comprend une pente de 25 °/o, aboutissant sous le sommet de la Jungfrau, à 4.100 mètres. Un puits vertical, dans lequel seront établis des ascenseurs électriques, prendra les voyageurs pour les déposer au point culminant du parcours, à 4.166 mètres.

Tel est le tracé adopté dans ses lignes essentielles; la disposition de la voie a dû se ressentir de la hardiesse de ce tracé.

Les rails latéraux sont en acier fondu, reposant sur des traverses de même métal. Ils mesurent 10m,5 de longueur; leur hauteur est de 100 millimètres, la largeur de tête, 90 millimètres, de base, 90 millimètres, et ils pèsent 20,6 kilos par mètre courant. Les extrémités des rails sont coupées sous un angle de 45°. On obtient ainsi un roulement plus doux. Les rails sont reliés entre eux, au point de vue électrique, à l'aide de connexions du système de la *Chicago Railroad*.

Les traverses, de forme prismatique, ont 1m,80 de long et sont fermées à leurs extrémités. Leur poids est de 37 kilos, soit 20,3 kilos le mètre courant. Leur distance est de 50 centimètres en certains endroits, mais elle varie. Les rails sont fixés aux traverses à l'aide de plaques et de boulons d'un modèle spécial.

Pour la crémaillère, on s'est adressé au nouveau dispositif de M. Strub. Il diffère du système Abt en ce que les dents sont de forme conique. Cette modification importante a pour effet de permettre l'emploi de pinces ou tenailles saisissant la crémaillère, de manière à immobiliser le convoi en cas d'accident, ou à ralentir sa marche. On obtient ainsi un frein d'une grande puissance et d'un fonctionnement très sûr.

La crémaillère Strub est formée de barres de 3m,50; elle pèse 34 kilos seulement le mètre courant.

L'emploi des pinces de sûreté qui entourent la crémaillère, présente de nombreux avantages au point de vue de la sécurité. Agissant latéralement et d'une manière égale dans les deux sens, ces tenailles, qui sont manœuvrées à l'aide d'un simple levier, permettent d'aborder les pentes supérieures à 25 °/o.

La voie complète, rails, traverses, crémaillère, ne pèse que 125 kilos par mètre.

La crémaillère, laminée par le Bochumer Verein, est façonnée dans les usines L. de Roll, de Gerlafingen (les seules usines suisses possédant des hauts fourneaux). Les diverses opérations s'effectuent à froid[1].

A. Berthier.

§ 2. — Géographie et Colonisation

Les voyages d'étude de la « Revue ». — Au pays des Croisés. — La croisière en Méditerranée orientale, organisée par les soins de la *Revue générale des Sciences* et de son Comité de Patronage, a eu le même succès que le voyage en Baltique. Le départ, avancé de quelques heures pour permettre une excursion à Baalbeck, a eu lieu le lundi 13 septembre à une

[1] La plupart des renseignements qui précèdent sont empruntés aux notes parues dans la Revue polytechnique suisse (*Schweizerische Bauzeitung*).

heure, de Marseille. Les premières nouvelles reçues nous annoncent que le *Sénégal*, le paquebot affecté par la Compagnie des Messageries Maritimes à cette croisière, a accompli sans incident sa longue traversée de Marseille à Rhodes. Avec une précision qui fait honneur à son excellent commandant, il est arrivé exactement à l'heure prévue aux escales de Rhodes, Adalia, Famagouste et Beyrouth. Tout nous fait espérer que la suite du voyage s'effectuera dans les mêmes conditions et que le programme arrêté sera suivi de point en point.

La culture du giroflier dans les colonies françaises. — La *Revue des Cultures coloniales* vient de publier, sur la culture du giroflier dans les colonies françaises et au Congo en particulier, d'intéressants renseignements dont nous extrayons les suivants :

Depuis quelques années, ce sont surtout le caféier et le cacaoyer que l'on cultive sur de grandes surfaces aux colonies. Mais il est peu prudent de s'en tenir à une seule culture, comme on le fait généralement, et toutes les fois que les circonstances seront favorables, il sera bon d'adjoindre aux grandes cultures celle de plantes accessoires, telles que la vanille, le poivrier, le giroflier.

Le giroflier a été introduit au XVIIIe siècle à la Réunion, à Madagascar, aux Antilles et à la Guyane. Son introduction au Congo ne date que de 1889, où elle fut faite par les soins de M. Maxime Cornu. Dans cette dernière colonie, la culture de la plante au Jardin d'Essai de Libreville a donné des résultats encourageants; il est à souhaiter qu'elle se répande sur une grande échelle; elle contribuera ainsi à augmenter les ressources de la colonie.

Le giroflier est une Myrtacée d'une dizaine de mètres de hauteur; il commence à fleurir vers la sixième année. Il se couvre de boutons, ayant la forme d'un clou (d'où leur nom), qu'on cueille dès qu'ils prennent une teinte rosée. On les fait sécher au soleil et on les met en sacs ou en barils. Un giroflier adulte peut fournir de 1 à 2 kilos de produit; le prix varie de 95 à 100 fr. les 100 kilos. Le droit d'entrée en France est de 104 fr. les 100 kilos pour les produits des colonies françaises et de 208 fr. pour les produits étrangers.

L'Europe consomme annuellement pour 2 millions de girofle, provenant en partie de la Réunion, de Madagascar, et de la Guyane, dont les produits sont supérieurs. On sait que le girofle est surtout employé dans l'art culinaire; l'essence de girofle, mélangée à d'autres, sert de parfum.

§ 3. — Congrès

Le Congrès médical de Moscou. — Le Congrès de Moscou, le douzième des grands Congrès de Médecine qui ont lieu tous les trois ans, s'est ouvert dans cette ville le jeudi 19 août, sous la présidence d'honneur du grand-duc Serge, gouverneur de la cité.

Dans cette première séance, après les souhaits de bienvenue, les délégués des pays étrangers ont lu leurs adresses; puis, comme si on craignait de perdre du temps, en face du nombre considérable des communications annoncées, de suite on a entendu les discours des professeurs Virchow sur la médecine considérée comme science biologique; Lannelongue, sur le traitement des tuberculoses locales par le chlorure de zinc; Lauder-Brunton, sur les rapports des différentes branches des sciences médicales.

La soirée de ce premier jour a été consacrée à parfaire l'organisation du Congrès. Dans un immense bâtiment, le Manège, on a installé une série de Comités : Comités nationaux, Comités de logements, de renseignements divers, bureau de poste, salle de presse, buffet, etc. Les membres de cette réunion, suivant leurs aptitudes, se sont répartis entre les diverses sections; à chaque section avait été attribué un local spécial : partout on paraît avoir travaillé activement.

On peut discuter assurément sur l'utilité de pareils Congrès, sur leur trop grande fréquence, sur le nombre des langues à employer, etc.; on est en droit de se demander si on ne gagnerait pas à restreindre la foule des membres, à rechercher la qualité plutôt que la quantité, à n'admettre que de vrais travailleurs et non des personnes profitant des faveurs des chemins de fer pour réaliser un voyage de plaisir, etc.

Telles qu'elles sont, ces réunions ont des avantages. — On se rencontre, on se connaît; on s'adresse des questions complémentaires sur tel sujet traité par le confrère que l'on voit; plus tard, du jugement porté sur la personne, on déduit plus sainement la valeur de l'œuvre, etc.

Si de ces Assemblées ne sortent pas souvent de grandes découvertes, c'est que, d'abord, ces découvertes sont rares; c'est, qu'en second lieu, on n'attend pas toujours pour les faire la veille de ces Congrès.

Une des caractéristiques de ces groupements, c'est de pousser plus loin l'étude des questions à l'ordre du jour, chacun apportant ses documents. C'est ce qui a eu lieu à Budapest pour le sérum de Behring; c'est ce qui s'est passé à Moscou pour divers problèmes.

Dans les Sections de Physiologie, de Chimie biologique, on s'est préoccupé de la question de jour en jour plus importante des glandes internes, c'est-à-dire des glandes dont les produits, pour une part au moins, au lieu de s'écouler par un canal, soit directement à l'extérieur, soit dans un point communiquant avec l'air ambiant, sont emportés par la circulation.

Ewald et Gley ont écrit d'intéressants rapports sur le corps thyroïde, qui, avec les capsules surrénales, fixe l'attention de tant de chercheurs, et vient d'être l'objet de la part de Moussu, d'une thèse magistrale; ce corps thyroïde a-t-il, dans les glandules voisines, des organes de suppléance pure et simple, comme on le croyait, ou bien ces glandules ont-elles des propriétés distinctes? *Et adhuc sub judice lis est.* — Toutefois, il semble que l'ablation de ces glandules provoque des accidents plus rapidement graves que la suppression de la grosse glande, suppression suivie d'hébétude, d'infiltration œdémateuse des téguments, de myxœdème, etc.

La question des ferments est une des plus passionnantes de l'heure présente : qui ne connaît, à cet égard, les beaux travaux de Bertrand? — Les cellules ne réalisent pas constamment d'une façon immédiate une série de phénomènes d'oxydation, de réduction, de métamorphoses du sucre, des albumines, des graisses; si, en tout cas, elles interviennent sans intermédiaire, elles agissent aussi grâce à des ferments. Le professeur Bouchard, dans ses leçons inédites sur la nutrition, a nettement mis en lumière ces mécanismes intimes relatifs aux échanges. Que la lipase d'Hanriot manque de qualité ou de quantité, l'obésité pourra être la conséquence de ce défaut de transformation des corps gras; de même, si la diastase qui conduit le sucre à l'état graisseux est en défaut. Ce sont là des notions remarquablement exposées par Le Gendre dans son rapport sur l'obésité, rapport que j'ai lu en son nom à la cinquième section du Congrès de Moscou. — Abelous et Biarnès ont étudié avec soin les ferments oxydants qui peuvent exister dans les tissus, rappelant la laccase; ce type si curieux correspondant à une sorte de sel dont l'élément basique serait du manganèse, dont l'élément acide serait la partie albuminoïde secondaire au point de vue de l'activité, puisque la fixation d'oxygène est proportionnelle au manganèse.

Dans la Section de Pathologie générale, on a vu se faire jour avec une force nouvelle le besoin de savoir comment l'économie résiste aux germes. — Au début de la Bactériologie, toute maladie, pensait-on, avait son microbe; la pénétration de ce microbe déterminait l'éclosion du mal. — On sait aujourd'hui que, si on place à part les bactéries spécifiques, celles de la morve, du charbon, bactéries génératrices d'un processus parfaitement déterminé, constamment semblable à lui-même, on voit que les troubles morbides habituels, angines, entérites, pleurésies, laryngites, bronchites, synovites, etc., sont causés par des agents au

nombre de quatre ou cinq, du moins en tant qu'espèces, car il existe des variétés. La diversité de ces infections tient sans doute à la nature du parasite, à son degré d'activité, à son mode de pénétration; elle dépend aussi du terrain : dès lors, l'étude des modifications de ce terrain acquiert une importance considérable. — D'autre part, ces germes vulgaires sont sans cesse placés à notre portée; ils sont en général réduits à l'impuissance par la résistance des tissus : par suite, la connaissance des procédés de défense se pose comme un problème capital.

A la Section de Pathologie générale, Charrin a montré que les poisons d'origine microbienne placés dans l'intestin sont absorbés lentement, atténués par les sucs digestifs, modifiés par les ferments figurés; en outre, dans la muqueuse existe un principe qui permet à l'organisme de lutter plus énergiquement.

Ces données, établies avec le concours de Lefèvre, Mangin, Cassin, s'appliquent à tout instant. Chacun sait, en effet, que pour faciliter la pullulation des bactéries, il est peu de moyens plus efficaces que l'introduction d'une faible dose de toxines; il est donc urgent d'annuler celles qui se produisent sans relâche dans le tube digestif tout aussi bien que celles qui dérivent de l'extérieur. De plus, c'est par cette voie que pénètrent la plupart des agents morbides.

A côté des défenses naturelles, prennent place les protections artificielles : parmi elles, l'immunité acquise. Cette immunité apparaît de plus en plus comme une propriété cellulaire jusque-là inconnue, suivant la formule du professeur Bouchard. Ce ne sont point les toxines vaccinantes introduites qui rendent l'organisme résistant; ce sont les modifications qui font suite à leur entrée. Au contact de ces principes d'origine microbienne, les tissus acquièrent une vie nouvelle, font apparaître des éléments bactéricides ou antitoxiques; certains phagocytes manifestent une activité plus grande. Même au point de vue des échanges usuels, la nutrition se révèle autre qu'auparavant; l'urée en particulier, ainsi que je l'ai vu avec Desgrez, est fréquemment diminuée.

C'est également à cette Section que Petrucci, Hillemand, ont développé leurs théories relatives à l'hérédité, à l'état réfractaire, théories reposant sur la suprématie du système nerveux.

Phisalix, de son côté, a fait connaître la suite de ses belles recherches qui le conduisent à dissocier, dans les venins, des substances multiples, les unes nuisibles, les autres utiles à l'animal. Il y a, dans ces données, un rapprochement de plus à établir entre ces venins et les produits bacillaires proprement dits. On sait, du reste, que l'école de Bouchard a, la première, soutenu cette notion de la multiplicité des sécrétions d'un germe d'infection, notion que bien des auteurs sont à la veille de découvrir.

Dans la Section de Médecine, les rapports de Chauffard, de Gilbert, de Brault, etc., ont reflété la préoccupation de l'heure présente, à savoir le souci du mécanisme de la lésion. — Savoir comment est cette lésion ne suffit plus! On s'efforce de rechercher les chemins parcourus par la cellule dans ses étapes morbides; on suit cette cellule dans ces étapes; en somme, pour caractériser une cirrhose, une néphrite, etc., on s'appuie sur la donnée étiologique, d'une part, sur la marche, la durée, l'évolution, d'autre part.

Le rôle des Coccidies, des Sporozoaires, d'une série de parasites plus élevés que les bactéries n'a pas été négligé : Bosc a étudié avec soin ces agents dans les diverses phases des néoplasmes.

L'avènement de la Bactériologie a paru reléguer au second plan les travaux concernant les diathèses; aujourd'hui, la nécessité de connaître le terrain, d'analyser les modalités chimiques ou physiques, statiques ou dynamiques de l'économie, ramène à ces travaux. — Le rapport de Le Gendre sur l'obésité place en vedette la part des ferments; avec leur abondance, leurs qualités, leur activité, varient les métamorphoses imposées à la matière. — La part qui revient au système nerveux, aux capillaires, à l'appareil vaso-moteur, dans l'histoire de l'inflammation, a fourni matière aux discours de Virchow, de Chiari, de Perdick, etc.

La sérothérapie a naturellement suscité une série de discussions. — Seul le sérum de Behring, en dépit des exagérations du début, semble mériter confiance; le sérum anti-streptococcique, tout au moins pour le moment, est inefficace; celui du tétanos est purement préventif. — Il convient de signaler, à ce sujet, les accidents attribués à l'abus de ces liquides, qui contiennent des albumines assurément innocentes d'une façon immédiate, mais dont on ne peut toujours prévoir les effets à longue échéance.

La Section d'Hygiène, à côté de celle de Thérapeutique, a discuté, surtout sous l'influence de Nocard, l'usage de la tuberculine de Koch, de la malléine, découverte par Helman, à titre de procédés permettant un diagnostic précoce; cette question du diagnostic a, d'ailleurs, à cause du séro-diagnostic de Widal, réalisé de réels progrès. — Il y a là des intérêts économiques en jeu considérables; or, remarquons qu'on obtient des tuberculines aptes à provoquer la réaction chez des animaux sains, que, d'un autre côté, cette réaction est parfois accentuée lorsqu'il s'agit d'un processus différent de celui de la bacillose, que des produits solubles multiples sont générateurs de phénomènes réactionnels, etc.

Dans les Sections spéciales, l'activité a été grande. — En Neuro-pathologie, avec Marinesco, Pitres, Ballet, Grasset, etc., on a précisé les divers traitements du tabes, les différentes lésions cellulaires dans les affections des centres, la part à réserver dans leur genèse aux substances bactériennes; les récents progrès accomplis en Histologie par Ramon y Cajal, van Gehuchten, etc., ont permis ces recherches.

L'influence de l'hérédité de l'infection, etc., a tenu une large place dans les discussions relatives à la pédiatrie. — Les maladies du larynx, de la bouche, des dents, des oreilles, du nez, etc., ont été l'objet d'intéressants rapports; notons au passage un mémoire de Gaète sur l'absorption au niveau des amygdales, porte d'entrée importante pour les virus.

Dans la genèse des dermatoses, Hallopeau a exposé l'intervention des toxines; on a surtout traité de la pelade, l'opinion de Sabouraud n'ayant pas rallié tous les suffrages. — Jullien a décrit avec soin les ulcérations dues à la blennorrhagie.

En Obstétrique, le mécanisme de l'accouchement, les modifications naturelles ou acquises, voulues, du bassin ont été à l'ordre du jour, en particulier la symphyséotomie.

La Chirurgie a décidément conquis la thérapeutique des viscères jadis entre les mains des médecins : à ceux qui en douteraient, je signale les communications de Tuffier, d'Albarran, de Doyen, sur la chirurgie du poumon, du rein, de l'estomac, etc., sur les résections parfois considérables permises en raison du grand principe du luxe, de la surabondance du tissu des organes.

Je ne puis, on le comprend, non certes tout passer en revue, mais simplement tout indiquer. — J'ai fait, dans ce court aperçu, une large part aux travaux français; il ne faudrait pas s'imaginer que les étrangers sont demeurés inactifs : pour le prouver, il suffit de mentionner les dissertations de Virchow sur l'inflammation, de Chiari sur les localisations anormales du virus dothiénentérique, de Lauder-Brunton sur la pharmacologie, de Metchnikoff sur la peste, de Wyssokowicz, de Zabolotny, sur cette même infection, d'Ughetti sur la fièvre, de Hlava sur les lésions du pancréas, sur les hémorrhagies dues au suc gastrique, etc., etc.

Souhaitons une semblable activité à l'heure du prochain Congrès de Paris, en 1900!

A. Charrin,

Directeur du Laboratoire de Médecine expérimentale du Collège de France.

LES IDÉES DE HERTZ SUR LA MÉCANIQUE

En 1890, le grand électricien Hertz était arrivé à l'apogée de sa gloire; toutes les Académies d'Europe lui avaient prodigué les récompenses dont elles disposaient. Tout le monde espérait que de longues années lui étaient encore réservées et qu'elles seraient aussi brillantes que l'avaient été celles de ses débuts.

Malheureusement, la maladie qui devait l'emporter si prématurément l'avait déjà atteint et bientôt ralentissait et arrêtait presque complètement son activité expérimentale. Il eut à peine le temps d'installer son nouveau laboratoire de Bonn; des maux divers le privèrent et nous privèrent des découvertes qu'il se promettait d'y faire.

Il servait encore les sciences physiques par l'influence énorme qu'il exerçait, par les conseils qu'il donnait à ses élèves; mais cette période n'est marquée que par une seule découverte personnelle, d'une importance capitale, il est vrai, celle de la transparence de l'aluminium pour les rayons cathodiques.

Mais s'il était ainsi cruellement détourné des études qui lui avaient été si chères, il ne demeurait pas inactif; si ses sens le trahissaient, son intelligence lui restait, et il l'employait à de profondes réflexions sur la philosophie de la Mécanique. Les résultats de ces réflexions ont été publiés dans un ouvrage posthume et je voudrais les résumer et les discuter ici brièvement.

Hertz critique d'abord les deux principaux systèmes proposés jusqu'ici et que j'appellerai le système classique et le système énergétique, et il en propose un troisième que j'appellerai le système hertzien.

I. — Système classique.

§ 1. — Définition de la force.

La première tentative de coordination des faits mécaniques est celle que nous appellerons *le système classique;* c'est, dit Hertz, « la grande route royale dont les principales stations portent les noms d'Archimède, Galilée, Newton et Lagrange.

« Les notions fondamentales que l'on trouve au point de départ sont celles de l'*espace*, du *temps*, de la *force* et de la *masse*. La force, dans ce système, est regardée comme la cause du mouvement; elle préexiste au mouvement et est indépendante de lui. »

Je vais chercher à expliquer pour quelles raisons Hertz n'a pas été satisfait de cette manière de considérer les choses.

Nous avons d'abord les difficultés que l'on rencontre quand on veut définir les notions fondamentales. Qu'est-ce que la *masse?* C'est, répond Newton, le produit du volume par la densité. — Il vaudrait mieux dire, répondent Thomson et Tait, que la densité est le quotient de la masse par le volume. — Qu'est-ce que la *force?* C'est, répond Lagrange, une cause qui produit le mouvement d'un corps ou qui tend à le produire. — C'est, dira Kirchhoff, le produit de la masse par l'*accélération*. Mais alors, pourquoi ne pas dire que la masse est le quotient de la force par l'accélération?

Ces difficultés sont inextricables.

Quand on dit que la force est la cause d'un mouvement, on fait de la métaphysique, et cette définition, si on devait s'en contenter, serait absolument stérile. Pour qu'une définition puisse servir à quelque chose, il faut qu'elle nous apprenne à *mesurer* la force; cela suffit d'ailleurs, il n'est nullement nécessaire qu'elle nous apprenne ce que c'est que la force *en soi*, ni si elle est la cause ou l'effet du mouvement.

Il faut donc définir d'abord l'égalité de deux forces. Quand dira-t-on que deux forces sont égales? C'est, répondra-t-on, quand, appliquées à une même masse, elles lui impriment une même accélération, ou quand, opposées directement l'une à l'autre, elles se font équilibre. Cette définition n'est qu'un trompe-l'œil. On ne peut pas décrocher une force appliquée à un corps pour l'accrocher à un autre corps, comme on décroche une locomotive pour l'atteler à un autre train. Il est donc impossible de savoir quelle accélération telle force, appliquée à tel corps, imprimerait à tel autre corps, *si* elle lui était appliquée. Il est impossible de savoir comment se comporteraient deux forces qui ne sont pas directement opposées, *si* elles étaient directement opposées.

C'est cette définition que l'on cherche à matérialiser, pour ainsi dire, quand on mesure une force avec un dynamomètre, ou en l'équilibrant par un poids. Deux forces F et F′, que je supposerai verticales et dirigées de bas en haut pour simplifier, sont respectivement appliquées à deux corps C et C′; je suspends un même corps pesant P d'abord au corps C, puis au corps C′; si l'équilibre a lieu dans les deux cas, je conclurai que les deux forces F et F′ sont égales entre elles, puisqu'elles sont égales toutes deux au poids du corps P.

Mais suis-je sûr que le corps P a conservé le même poids quand je l'ai transporté du premier corps au second? Loin de là, *je suis sûr du contraire;* je sais que l'intensité de la pesanteur varie d'un

point à un autre, et qu'elle est plus forte, par exemple, au pôle qu'à l'équateur. Sans doute la différence est très faible et, dans la pratique, je n'en tiendrai pas compte; mais une définition bien faite devrait avoir une rigueur mathématique: cette rigueur n'existe pas. Ce que je dis du poids s'appliquerait évidemment à la force du ressort d'un dynamomètre, que la température et une foule de circonstances peuvent faire varier.

Ce n'est pas tout; on ne peut pas dire que le poids du corps P soit appliqué au corps C et équilibre directement la force F. Ce qui est appliqué au corps C, c'est l'action A du corps P sur le corps C: le corps P est soumis de son côté, d'une part à son poids, d'autre part à la réaction R du corps C sur P. En définitive, la force F est égale à la force A, parce qu'elle lui fait équilibre; la force A est égale à R, en vertu du principe de l'égalité de l'action et de la réaction; enfin, la force R est égale au poids de P, parce qu'elle lui fait équilibre. C'est de ces trois égalités que nous déduisons comme conséquence l'égalité de F et du poids de P.

Nous sommes donc obligés de faire intervenir dans la définition de l'égalité de deux forces, le principe même de l'égalité de l'action et de la réaction; *à ce compte, ce principe ne devrait plus être regardé comme une loi expérimentale, mais comme une définition.*

Nous voici donc, pour reconnaître l'égalité de deux forces, en possession de deux règles: égalité de deux forces qui se font équilibre; égalité de l'action et de la réaction. Mais, nous l'avons vu plus haut, ces deux règles sont insuffisantes; nous sommes obligés de recourir à une troisième règle et d'admettre que certaines forces comme, par exemple, le poids d'un corps, sont constantes en grandeur et en direction. Mais cette troisième règle, je l'ai dit, est une loi expérimentale; elle n'est qu'approximativement vraie; *elle est une mauvaise définition.*

Nous sommes donc ramenés à la définition de Kirchhoff: *la force est égale à la masse multipliée par l'accélération.* Cette « loi de Newton » cesse à son tour d'être regardée comme une loi expérimentale, elle n'est plus qu'une définition. Mais cette définition est encore insuffisante, puisque nous ne savons pas ce que c'est que la masse. Elle nous permet sans doute de calculer le rapport de deux forces appliquées à un même corps à des instants différents; elle ne nous apprend rien sur le rapport de deux forces appliquées à deux corps différents.

Pour la compléter, il faut de nouveau recourir à la troisième loi de Newton (égalité de l'action et de la réaction), regardée encore, non comme une loi expérimentale, mais comme une définition. Deux corps A et B agissent l'un sur l'autre; l'accélération de A multipliée par la masse de A est égale à l'action de B sur A; de même, le produit de l'accélération de B par sa masse est égal à la réaction de A sur B. Comme, par définition, l'action est égale à la réaction, les masses de A et de B sont en raison inverse des accélérations de ces deux corps. Voilà le rapport de ces deux masses défini et c'est à l'expérience à vérifier que ce rapport est constant.

Cela serait très bien si les deux corps A et B étaient seuls en présence et soustraits à l'action du reste du monde. Il n'en est rien; l'accélération de A n'est pas due seulement à l'action de B, mais à celle d'une foule d'autres corps C, D... Pour appliquer la règle précédente, il faut donc décomposer l'accélération de A en plusieurs composantes, et discerner quelle est celle de ces composantes qui est due à l'action de B.

Cette décomposition serait encore possible, si nous *admettions* que l'action de C sur A s'ajoute simplement à celle de B sur A, sans que la présence du corps C modifie l'action de B sur A, ou que la présence de B modifie l'action de C sur A; si nous admettions, par conséquent, que deux corps quelconques s'attirent, que leur action mutuelle est dirigée suivant la droite qui les joint et ne dépend que de leur distance; si nous admettions, en un mot, *l'hypothèse des forces centrales.*

On sait que, pour déterminer les masses des corps célestes, on se sert d'un principe tout différent. La loi de la gravitation nous apprend que l'attraction de deux corps est proportionnelle à leurs masses; si r est leur distance, m et m' leurs masses, k une constante, leur attraction sera

$$\frac{k\,m\,m'}{r^2}.$$

Ce qu'on mesure alors, ce n'est pas la masse, rapport de la force à l'accélération, c'est la masse attirante; ce n'est pas l'inertie du corps, c'est son pouvoir attirant.

C'est là un procédé indirect, dont l'emploi n'est pas théoriquement indispensable. Il aurait très bien pu se faire que l'attraction fût inversement proportionnelle au carré de la distance, sans être proportionnelle au produit des masses, qu'elle fût égale à :

$$\frac{k}{r^2},$$

mais sans que l'on eût :

$$f = k\,m\,m'.$$

S'il en était ainsi, on pourrait néanmoins, par l'observation des mouvements *relatifs* des corps célestes, mesurer les masses de ces corps.

Mais avons-nous le droit d'admettre l'hypothèse des forces centrales? Cette hypothèse est-elle rigou-

reusement exacte? Est-il certain qu'elle ne sera jamais contredite par l'expérience? Qui oserait l'affirmer? Et si nous devons abandonner cette hypothèse, tout l'édifice si laborieusement élevé s'écroulera.

Nous n'avons plus le droit de parler de la composante de l'accélération de A qui est due à l'action de B. Nous n'avons aucun moyen de la discerner de celle qui est due à l'action de C ou d'un autre corps. La règle pour la mesure des masses devient inapplicable.

Que reste-t-il alors du principe de l'égalité de l'action et de la réaction? Si l'hypothèse des forces centrales est rejetée, ce principe doit évidemment s'énoncer ainsi : la résultante géométrique de toutes les forces appliquées aux divers corps d'un système soustrait à toute action extérieure, sera nulle. Ou, en d'autres termes, *le mouvement du centre de gravité de ce système sera rectiligne et uniforme.*

Voilà, semble-t-il, un moyen de définir la masse; la position du centre de gravité dépend évidemment des valeurs attribuées aux masses; il faudra disposer de ces valeurs de façon que le mouvement de ce centre de gravité soit rectiligne et uniforme; cela sera toujours possible si la troisième loi de Newton est vraie, et cela ne sera possible en général que d'une seule manière.

Mais il n'existe pas de système soustrait à toute action extérieure; toutes les parties de l'Univers subissent plus ou moins fortement l'action de toutes les autres parties. *La loi du mouvement du centre de gravité n'est rigoureusement vraie que si on l'applique à l'Univers tout entier.*

Mais alors il faudrait, pour en tirer les valeurs des masses, observer le mouvement du centre de gravité de l'Univers. L'absurdité de cette conséquence est manifeste; nous ne connaissons que des mouvements relatifs; le mouvement du centre de gravité de l'Univers restera pour nous une éternelle inconnue.

Il ne reste donc rien et nos efforts ont été infructueux; nous sommes acculés à la définition suivante, qui n'est qu'un aveu d'impuissance : *les masses sont des coefficients qu'il est commode d'introduire dans les calculs.*

Nous pourrions refaire toute la Mécanique en attribuant à toutes les masses des valeurs différentes. Cette Mécanique nouvelle ne serait en contradiction ni avec l'expérience, ni avec les principes généraux de la Dynamique (principe de l'inertie, proportionnalité des forces aux masses et aux accélérations, égalité de l'action et de la réaction, mouvement rectiligne et uniforme du centre de gravité, principe des aires).

Seulement les équations de cette Mécanique nouvelle seraient *moins simples.* Entendons-nous bien : ce seraient seulement les premiers termes qui seraient moins simples, c'est-à-dire ceux que l'expérience nous a déjà fait connaître; peut-être pourrait-on altérer les masses de petites quantités sans que les équations *complètes* gagnent ou perdent en simplicité.

J'ai insisté plus longuement que Hertz lui-même sur cette discussion; mais je tenais à bien montrer que Hertz n'a pas cherché à Galilée et à Newton une simple querelle d'Allemand; nous devons conclure, qu'avec le système classique, *il est impossible de donner de la force et de la masse une idée satisfaisante.*

§ 2. — Objections diverses.

Hertz se demande ensuite si les principes de la Mécanique sont rigoureusement vrais. « Dans l'opinion de beaucoup de physiciens, dit-il, il apparaîtra comme inconcevable que l'expérience la plus éloignée puisse jamais changer quelque chose aux inébranlables principes de la Mécanique; et cependant ce qui sort de l'expérience peut toujours être rectifié par l'expérience. »

Après ce que nous venons de dire, ces craintes paraîtront superflues. Les principes de la Dynamique nous apparaissaient d'abord comme des vérités expérimentales; mais nous avons été obligés de nous en servir comme de définitions. C'est *par définition* que la force est égale au produit de la masse par l'accélération; voilà un principe qui est désormais placé hors de l'atteinte d'aucune expérience ultérieure. C'est de même par définition que l'action est égale à la réaction.

Mais alors, dira-t-on, ces principes invérifiables sont absolument vides de toute signification; l'expérience ne peut les contredire; mais ils ne peuvent rien nous apprendre d'utile; à quoi bon alors étudier la Dynamique?

Cette condamnation trop rapide serait injuste. Il n'y a pas, dans la Nature, de système *parfaitement* isolé, parfaitement soustrait à toute action extérieure; mais il y a des systèmes *à peu près* isolés.

Si l'on observe un pareil système, on peut étudier non seulement le mouvement relatif de ses diverses parties l'une par rapport à l'autre, mais le mouvement de son centre de gravité par rapport aux autres parties de l'Univers. On constate alors que le mouvement de ce centre de gravité est *à peu près* rectiligne et uniforme, conformément à la troisième loi de Newton.

C'est là une vérité expérimentale, mais elle ne pourra être infirmée par l'expérience; que nous apprendrait en effet une expérience plus précise? Elle nous apprendrait que la loi n'était qu'à peu près vraie; mais, cela, nous le savions déjà.

On s'explique maintenant comment l'expérience a

pu servir de base aux principes de la Mécanique et cependant ne pourra jamais les contredire.

Mais revenons à l'argumentation de Hertz. Le système classique est incomplet, car tous les mouvements qui sont compatibles avec les principes de la Dynamique ne sont pas réalisés dans la Nature, ni même réalisables. En effet, il est évident que les principes des aires et du mouvement du centre de gravité ne sont pas les seules lois qui régissent les phénomènes naturels? Sans doute, il serait déraisonnable d'exiger de la Dynamique qu'elle embrassât dans une même formule toutes les lois que la Physique a découvertes ou pourra découvrir. Mais il n'en est pas moins vrai qu'on doit regarder comme incomplet et insuffisant un système de Mécanique où le principe de la conservation de l'énergie est passé sous silence.

« Notre système, conclut Hertz, embrasse, il est vrai, *tous* les mouvements naturels, mais il en embrasse en même temps beaucoup *d'autres* qui ne sont pas naturels. Un système qui exclura une partie de ces mouvements, sera plus conforme à la nature des choses et constituera par conséquent un progrès. » Tel sera, par exemple, le système énergétique dont nous parlerons plus loin et dans lequel le principe fondamental de la conservation de l'énergie s'introduit tout naturellement.

Peut-être ne comprendra-t-on pas très bien ce qui empêche d'annexer tout simplement ce principe fondamental aux autres principes du système classique.

Mais Hertz se pose encore une autre question :

Le système classique nous donne une image du monde extérieur. Cette image est-elle *simple?* y a-t-on épargné les traits parasites, introduits arbitrairement à côté des traits essentiels? Les forces que nous sommes conduits à introduire ne sont-elles pas de véritables rouages inutiles, tournant à vide?

Sur cette table repose un morceau de fer; un observateur non prévenu croira que, puisqu'il n'y a pas de mouvement, il n'y a pas de force. Combien il se tromperait! La Physique nous enseigne que chaque atome du fer est attiré par tous les autres atomes de l'Univers. De plus, chaque atome du fer est magnétique et par conséquent soumis à l'action de tous les aimants de l'Univers. Tous les courants électriques du monde agissent aussi sur cet atome. J'allais oublier les forces électrostatiques, les forces moléculaires, etc.

Si quelques-unes de ces forces agissaient seules, leur action serait énorme; le morceau de fer volerait en éclats. Heureusement elles agissent toutes et elles se contrebalancent, de sorte qu'il ne se passe rien du tout. Votre observateur non prévenu, qui ne voit qu'une chose, un morceau de fer en repos, conclura évidemment que toutes ces forces n'existent que dans votre imagination.

Sans doute, toutes ces suppositions n'ont rien d'absurde, mais un système qui nous en débarrasserait serait, par cela seul, meilleur que le nôtre.

Il est impossible de n'être pas frappé de la portée de cette objection. Pour montrer, d'ailleurs, qu'elle n'est pas purement artificielle, il me suffira de rappeler le souvenir d'une polémique qui a eu lieu, il y a quelques années, entre deux savants tout à fait éminents, von Helmholtz et M. Bertrand, à propos des actions mutuelles des courants. M. Bertrand, cherchant à traduire dans le langage classique la théorie de von Helmholtz, se heurtait à des contradictions insolubles. Chaque élément du courant devait être soumis à un couple; mais un couple se compose de deux forces parallèles, égales et de sens contraire. M. Bertrand calculait que chacune de ces deux composantes devait être considérable, assez grande pour amener la destruction du fil, et il concluait au rejet de la théorie. Au contraire, von Helmholtz, partisan du système énergétique, ne voyait là aucune difficulté.

Ainsi, d'après Hertz, le système classique doit être abandonné : 1° parce qu'une bonne définition de la force est impossible; 2° parce qu'il est incomplet; 3° parce qu'il introduit des hypothèses parasites et que ces hypothèses peuvent engendrer souvent des difficultés purement artificielles et assez grandes cependant pour arrêter les meilleurs esprits.

II. — Système énergétique.

§ 1. — Objections diverses.

Le système énergétique a pris naissance à la suite de la découverte du principe de la conservation de l'énergie. C'est von Helmholtz qui lui a donné sa forme définitive.

On commence par définir deux quantités qui jouent le rôle fontamental dans cette théorie. Ces deux quantités sont : d'une part, l'*énergie cinétique* ou force vive; d'autre part, l'*énergie potentielle*.

Tous les changements que peuvent subir les corps de la nature sont régis par deux lois expérimentales.

1° La somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle est une constante. C'est le principe de la conservation de l'énergie.

2° Si un système de corps est dans la situation A à l'époque t_0 et dans la situation B à l'époque t_1, il va toujours de la première situation à la seconde par un chemin tel que la valeur *moyenne* de la différence entre les deux sortes d'énergie, dans l'intervalle de temps qui sépare les deux époques t_0 et t_1, soit aussi petite que possible.

C'est là le principe de Hamilton, qui est une des formes du principe de moindre action.

La théorie énergétique présente sur la théorie classique les avantages suivants :

1° Elle est moins incomplète; c'est-à-dire que les principes de la conservation de l'énergie et de Hamilton nous apprennent plus que les principes fondamentaux de la théorie classique et excluent certains mouvements que la Nature ne réalise pas et qui seraient compatibles avec la théorie classique ;

2° Elle nous dispense de l'hypothèse des atomes, qu'il était presque impossible d'éviter avec la théorie classique.

Mais elle soulève à son tour de nouvelles difficultés ; avant de parler des objections de Hertz, j'en signale deux qui me viennent à l'esprit :

Les définitions des deux sortes d'énergie soulèveraient des difficultés presque aussi grandes que celles de la force et de la masse dans le premier système. Cependant on s'en tirerait plus facilement, au moins dans les cas les plus simples.

Supposons un système isolé formé d'un certain nombre de points matériels; supposons que ces points soient soumis à des forces ne dépendant que de leur position relative et de leurs distances mutelles et indépendantes de leurs vitesses. En vertu du principe de la conservation de l'énergie, il devra y avoir une fonction des forces.

Dans ce cas simple, l'énoncé du principe de la conservation de l'énergie est d'une extrême simplicité. Une certaine quantité, accessible à l'expérience, doit demeurer constante. Cette quantité est la somme de deux termes ; le premier dépend seulement de la position des points matériels et est indépendant de leurs vitesses; le second est proportionnel au carré de ces vitesses. Cette décomposition ne peut se faire que d'une seule manière.

Le premier de ces termes, que j'appellerai U, sera l'énergie potentielle ; le second, que j'appellerai T, sera l'énergie cinétique.

Il est vrai que si $T + U$ est une constante, il en est de même d'une fonction quelconque de $T + U$,

$$\varphi\,(T + U).$$

Mais cette fonction $\varphi\,(T + U)$ ne sera pas la somme de deux termes l'un indépendant des vitesses, l'autre proportionnel au carré de ces vitesses. Parmi les fonctions qui demeurent constantes, il n'y en a qu'une qui jouisse de cette propriété, c'est $T + U$ (ou une fonction linéaire de $T + U$, ce qui ne fait rien, puisque cette fonction linéaire peut toujours être ramenée à $T + U$ par un changement d'unité et d'origine). C'est alors ce que nous appellerons l'énergie; c'est le premier terme que nous appellerons l'énergie potentielle et le second qui sera l'énergie cinétique. La définition des deux sortes d'énergie peut donc être poussée jusqu'au bout sans aucune ambiguïté.

Il en est de même de la définition des masses. L'énergie cinétique ou force vive s'exprime très simplement à l'aide des masses et des vitesses relatives de tous les points matériels, par rapport à l'un d'entre eux. Ces vitesses relatives sont accessibles à l'observation, et, quand nous aurons l'expression de l'énergie cinétique en fonction de ces vitesses relatives, les coefficients de cette expression nous donneront les masses.

Ainsi, dans ce cas simple, on peut définir les notions fondamentales sans difficulté. Mais les difficultés reparaissent dans les cas plus compliqués et, par exemple, si les forces, au lieu de dépendre seulement des distances, dépendent aussi des vitesses. Par exemple, Weber suppose que l'action mutuelle de deux molécules électriques dépend non seulement de leur distance, mais de leur vitesse et de leur accélération. Si les points matériels s'attiraient d'après une loi analogue, U dépendrait de la vitesse, et il pourrait contenir un terme proportionnel au carré de la vitesse.

Parmi les termes proportionnels aux carrés des vitesses, comment discerner ceux qui proviennent de T ou de U ? Comment, par conséquent, distinguer les deux parties de l'énergie ?

Mais il y a plus, comment définir l'énergie elle-même ? Nous n'avons plus aucune raison de prendre comme définition $T + U$ plutôt que toute autre fonction de $T + U$, quand a disparu la propriété qui caractérisait $T + U$, celle d'être la somme de deux termes d'une forme particulière.

Mais ce n'est pas tout, il faut tenir compte, non seulement de l'énergie mécanique proprement dite, mais des autres formes de l'énergie, chaleur, énergie chimique, énergie électrique, etc. Le principe de la conservation de l'énergie doit s'écrire :

$$T + U + Q = \text{const.}$$

où T représenterait l'énergie cinétique sensible, U l'énergie potentielle de position, dépendant seulement de la position des corps, Q l'énergie interne moléculaire, sous la forme thermique, chimique ou électrique.

Tout irait bien si ces trois termes étaient absolument distincts, si T était proportionnel au carré des vitesses, U indépendant de ces vitesses et de l'état des corps, Q indépendant des vitesses et des positions des corps et dépendant seulement de leur état interne.

L'expression de l'énergie ne pourrait se décomposer que d'une seule manière en trois termes de cette forme.

Mais il n'en est pas ainsi; considérons des corps

électrisés : l'énergie électrostatique due à leur action mutuelle dépendra évidemment de leur charge, c'est-à-dire de leur état ; mais elle dépendra également de leur position. Si ces corps sont en mouvement, ils agiront l'un sur l'autre électrodynamiquement et l'énergie électrodynamique dépendra non seulement de leur état et de leur position, mais de leurs vitesses.

Nous n'avons donc plus aucun moyen de faire le triage des termes qui doivent faire partie de T, de U et de Q et de séparer les trois parties de l'énergie.

Si $(T+U+Q)$ est constant, il en est de même d'une fonction quelconque

$$\varphi\,(T+U+Q).$$

Si $T+U+Q$ était de la forme particulière que j'ai envisagée plus haut, il n'en résulterait pas d'ambiguïté ; parmi les fonctions $\varphi\,(T+U+Q)$ qui demeurent constantes, il n'y en aurait qu'une qui serait de cette forme particulière, et ce serait celle-là que je conviendrais d'appeler énergie.

Mais je l'ai dit, il n'en est pas rigoureusement ainsi ; parmi les fonctions qui demeurent constantes, il n'y en a pas qui puissent rigoureusement se mettre sous cette forme particulière ; dès lors, comment choisir parmi elles celle qui doit s'appeler l'énergie? Nous n'avons plus rien qui puisse nous guider dans notre choix.

Il ne nous reste plus qu'un énoncé pour le principe de la conservation de l'énergie ; *il y a quelque chose qui demeure constant.* Sous cette forme, il se trouve à son tour hors des atteintes de l'expérience et se réduit à une sorte de tautologie. Il est clair que si le monde est gouverné par des lois, il y aura des quantités qui demeureront constantes Comme les principes de Newton, et pour une raison analogue, le principe de la conservation de l'énergie, fondé sur l'expérience, ne pourrait plus être infirmé par elle.

Cette discussion montre qu'en passant du système classique au système énergétique, on a réalisé un progrès ; mais elle montre, en même temps, que ce progrès est insuffisant.

Une autre objection me semble encore plus grave : le principe de moindre action est applicable aux phénomènes réversibles ; mais il n'est nullement satisfaisant en ce qui concerne les phénomènes irréversibles ; la tentative de von Helmholtz pour l'étendre à ce genre de phénomènes n'a pas réussi et ne pouvait réussir ; sous ce rapport tout reste à faire.

Ce sont d'autres objections, d'ordre presque métaphysique, que Hertz développe le plus longuement.

Si l'énergie est pour ainsi dire *matérialisée*, elle devra être toujours positive. Or, il y a des cas où il est difficile d'éviter la considération de l'énergie négative. Considérons, par exemple, Jupiter tournant autour du Soleil ; l'énergie totale a pour expression :

$$a\,v^2 - \frac{b}{r} + c$$

où a, b, c sont trois constantes positives, v la vitesse de Jupiter ; r sa distance au Soleil.

Comme nous disposons de la constante c, nous pouvons la supposer assez grande pour que l'énergie soit positive ; il y a déjà là quelque chose d'arbitraire qui choque l'esprit.

Mais, il y a plus. Imaginons, maintenant, qu'un corps céleste d'une masse énorme et d'une vitesse énorme vienne à traverser le système solaire ; quand il aura passé et qu'il se sera éloigné de nouveau à d'immenses distances, les orbites des planètes auront subi des perturbations considérables. Nous pouvons imaginer, par exemple, que le grand axe de l'orbite de Jupiter soit devenu beaucoup plus petit, mais que cette orbite soit restée sensiblement circulaire. Quelque grande que soit la constante c, si le nouveau grand axe est très petit, l'expression :

$$a\,v^2 - \frac{b}{r} + c$$

sera devenue négative, et on verra reparaître la difficulté que nous avions cru éviter en donnant à c une grande valeur.

En résumé, nous ne pouvons pas assurer que l'énergie demeurera toujours positive.

D'autre part, pour *matérialiser* l'énergie, il faut la *localiser* ; pour l'énergie cinétique, cela est facile, mais il n'en est pas de même pour l'énergie potentielle. Où localiser l'énergie potentielle due à l'attraction de deux astres ? Est-ce dans l'un des deux astres ? Est-ce dans les deux ? Est-ce dans le milieu intermédiaire ?

L'énoncé même du principe de moindre action a quelque chose de choquant pour l'esprit. Pour se rendre d'un point à un autre, une molécule matérielle, soustraite à l'action de toute force, mais assujettie à se mouvoir sur une surface, prendra la ligne géodésique, c'est-à-dire le chemin le plus court.

Cette molécule semble connaître le point où on veut la mener, prévoir le temps qu'elle mettra à l'atteindre en suivant tel et tel chemin, et choisir ensuite le chemin le plus convenable. L'énoncé nous la présente pour ainsi dire comme un être animé et libre. Il est clair qu'il vaudrait mieux le remplacer par un énoncé moins choquant, et où, comme diraient les philosophes, les causes finales ne sembleraient pas se substituer aux causes efficientes.

§ 2. — Objection de la Boule.

La dernière objection, qui paraît être celle qui a le plus frappé Hertz, est d'une nature un peu différente.

On sait ce qu'on appelle un système à liaisons ; imaginons d'abord deux points réunis par une tringle rigide de façon que leur distance soit maintenue invariable ; ou, plus généralement, supposons qu'un mécanisme quelconque maintienne une relation entre les coordonnées de deux ou plusieurs points du système. C'est là une première sorte de liaison qu'on appelle « liaison solide ».

Supposons maintenant qu'une sphère soit assujettie à rouler sur un plan. La vitesse du point de contact doit être nulle ; nous avons donc une seconde sorte de liaison qui s'exprime par une relation non plus seulement entre les coordonnées des divers points du système, mais entre leurs coordonnées et leurs vitesses.

Les systèmes où il y a des liaisons de la seconde sorte jouissent d'une propriété curieuse que je vais chercher à expliquer sur l'exemple simple que je viens de citer, celui d'une boule roulant sur un plan horizontal.

Soit O un point du plan horizontal et C le centre de la sphère.

Pour bien définir la situation de la sphère mobile, je prendrai trois axes de coordonnées fixes Ox, Oy et Oz, les deux premiers situés dans le plan horizontal sur lequel roule la sphère ; et trois axes de coordonnées invariablement liées à la sphère $C\xi$, $C\eta$ et $C\zeta$.

La situation de la sphère sera entièrement définie quand on se donnera les deux coordonnées du point de contact et les neuf cosinus directeurs des axes mobiles par rapport aux axes fixes. Soit A une position de la sphère où le point de contact est en O à l'origine et où les axes mobiles sont parallèles aux axes fixes.

Les coordonnées du point de contact sont :

$$x = 0; \quad y = 0$$

et les neuf cosinus directeurs :

$$\begin{matrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{matrix}$$

Donnons à la sphère une rotation infiniment petite ε autour de l'axe $C\xi$; elle viendra dans une position B où les coordonnées du point de contact deviennent :

$$x = 0, \quad y = 0$$

et les neuf cosinus :

$$\begin{matrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\varepsilon & \sin\varepsilon \\ 0 & -\sin\varepsilon & \cos\varepsilon \end{matrix}$$

Mais cette rotation est impossible puisqu'elle ferait glisser et non rouler la sphère sur le plan. Il est donc impossible de passer de la position A à la position infiniment voisine B *directement*, c'est-à-dire par un mouvement infiniment petit.

Mais nous allons voir que ce passage peut se faire *indirectement*, c'est-à-dire par un mouvement fini.

Partons de la position A. Faisons rouler la sphère sur le plan de telle façon que l'axe instantané de rotation soit situé dans le plan horizontal et à chaque instant parallèle à l'axe Oy, et arrêtons-nous quand l'axe $C\zeta$ sera devenu vertical et parallèle à Oz. Nous serons arrivés dans une position D où les coordonnées du point de contact seront devenues :

$$x = \frac{\pi}{2} R, \quad y = 0$$

R étant le rayon de la sphère et les neuf cosinus :

$$\begin{matrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ +1 & 0 & 0 \end{matrix}$$

Dans la position D le point de contact est à l'extrémité de l'axe $C\zeta$ qui est vertical.

Imprimons à la sphère une rotation ε autour de l'axe $C\zeta$; cette rotation est un pivotement autour de l'axe vertical passant par le point de contact, elle ne comporte aucun glissement, elle est donc compatible avec les liaisons.

La sphère est venue alors dans une position E où les coordonnées de contact sont :

$$x = \frac{\pi}{2} R, \quad y = 0,$$

et les cosinus :

$$\begin{matrix} 0 & 0 & -1 \\ \sin\varepsilon & \cos\varepsilon & 0 \\ \cos\varepsilon & -\sin\varepsilon & 0 \end{matrix}$$

Faisons maintenant rouler la sphère de façon que l'axe instantané de rotation reste constamment parallèle à Oy et, par conséquent, que le contact ait tout le temps lieu sur l'axe Ox. Arrêtons-nous quand le point de contact sera revenu à l'origine O. Il est aisé de voir que nous sommes arrivés à la position B.

On peut donc aller de la position A à la position B en passant par l'intermédiaire des positions D et E.

Hertz appelle *holonomes* les systèmes tels que, si les liaisons ne permettent pas de passer directement d'une certaine position à une autre infiniment voisine, elles ne permettent pas non plus de passer de l'une à l'autre indirectement. Ce sont les systèmes où il n'y a que des liaisons solides.

On voit que notre sphère n'est pas un système holonome.

Or, il arrive ceci que le principe de moindre ac-

tion n'est pas applicable aux systèmes non holonomes.

En effet, on peut passer de la position A à la position B par le chemin que je viens de dire, et sans doute par beaucoup d'autres chemins; parmi tous ces chemins il y en a évidemment un qui correspond à une action plus petite que tous les autres; la sphère devrait donc pouvoir le suivre pour aller de A en B; il n'en est rien; quelles que soient les conditions initiales du mouvement, la sphère n'ira jamais de A en B.

Il y a plus, si la sphère va effectivement de la position A à une autre position A′, elle ne prendra pas toujours le chemin qui correspond à l'action minimum.

Le principe de moindre action n'est plus vrai.

« Dans ce cas, dit Hertz, une sphère qui obéirait à ce principe, semblerait un être vivant qui poursuivrait consciemment un but déterminé, tandis qu'une sphère, qui suivrait la loi de la Nature, offrirait l'aspect d'une masse inanimée roulant uniformément..... Mais, dira-t-on, de semblables liaisons n'existent pas dans la Nature; ce prétendu roulement sans glissement n'est qu'un roulement avec un petit glissement. Ce phénomène rentre dans les phénomènes irréversibles tels que le frottement, encore mal connus et auxquels nous ne *savons* pas encore appliquer les vrais principes de la Mécanique.

« Un roulement sans glissement, répondrons-nous, n'est contraire ni au principe de l'énergie ni à aucune des lois connues de la Physique; ce phénomène peut être réalisé dans le monde visible avec une telle approximation qu'on a pu s'en servir pour construire les machines d'intégration les plus délicates (planimètres, analyseurs harmoniques, etc.). Nous n'avons aucun droit de l'exclure comme impossible; mais le serait-il et ne pourrait-il se réaliser qu'approximativement que les difficultés ne disparaîtraient pas. Pour adopter un principe, nous devons exiger qu'appliqué à un problème dont les données sont approximativement exactes, il donne aussi des résultats approximativement exacts. Et d'ailleurs les autres liaisons, les liaisons solides ne sont aussi qu'approximativement réalisées dans la Nature; on ne les exclut pas cependant... »

III. — Système Hertzien.

Voici maintenant quel est le système que Hertz propose de substituer aux deux théories qu'il critique. Ce système repose sur les hypothèses suivantes :

1° Il n'y aurait dans la Nature que des systèmes à liaisons, mais soustraits à l'action de toute force extérieure;

2° Si certains corps nous paraissent obéir à des forces, c'est qu'ils sont *liés* à d'autres corps qui, pour nous, sont invisibles.

Un point matériel qui nous semble libre ne décrit pas cependant une trajectoire rectiligne; les anciens mécaniciens disaient qu'il s'en écarte parce qu'il est soumis à une force; Hertz dit qu'il s'en écarte parce qu'il n'est pas libre, mais lié à d'autres points invisibles.

Cette hypothèse semble étrange au premier abord : pourquoi en dehors des corps visibles introduire des corps invisibles hypothétiques? Mais, répond Hertz, les deux anciennes théories sont obligées également de supposer en dehors des corps visibles, je ne sais quels êtres invisibles; la théorie classique introduit les forces; la théorie énergétique introduit l'énergie; mais ces êtres invisibles, force et énergie, sont d'une nature inconnue et mystérieuse; les êtres hypothétiques que j'imagine sont, au contraire, tout à fait de même nature que les corps visibles.

N'est-ce pas plus simple et plus naturel?

On pourrait discuter sur ce point et soutenir que les entités des anciennes théories doivent être retenues précisément à cause de leur nature mystérieuse. Respecter ce mystère, c'est un aveu d'ignorance; et puisque notre ignorance est certaine, ne vaut-il pas mieux l'avouer que la dissimuler?

Mais passons, et voyons quel parti tire Hertz de ses hypothèses.

Les mouvements des systèmes à liaisons, sans force extérieure, sont régis par une loi unique.

Parmi les mouvements compatibles avec les liaisons, celui qui se réalisera sera celui qui sera tel que la somme des masses multipliées par le carré des accélérations soit minimum.

Ce principe équivaut à celui de la moindre action si le système est holonome, mais il est plus général, car il s'applique aussi aux systèmes non holonomes.

Pour bien nous rendre compte de la portée de ce principe, prenons un exemple simple : celui d'un point assujetti à se mouvoir sur une surface. Ici nous n'avons qu'un seul point matériel; l'accélération doit donc être minimum; pour cela, il faut que l'accélération tangentielle soit nulle; or, cette accélération est égale à $\frac{dv}{dt}$, v étant la vitesse et t le temps; donc v est une constante, et le mouvement du point est uniforme; il faut, de plus, que l'accélération normale soit minimum; or elle est égale à $\frac{v^2}{\rho}$, ρ étant le rayon de courbure de la trajectoire, ou à $\frac{v^2}{R\cos\varphi}$, R étant le rayon de courbure de la section normale à la surface, et φ, l'angle du plan oscula-

teur à la trajectoire avec la normale à la surface.

Or la vitesse est supposée connue en grandeur et en direction. Donc v et R sont connus.

Il faut donc que $\cos\varphi = 1$, c'est-à-dire que le plan osculateur soit normal à la surface; c'est-à-dire que le point mobile décrive une ligne géodésique.

Pour faire comprendre maintenant comment peut s'expliquer le mouvement des systèmes qui nous *paraissent* soumis à des forces, je prendrai encore un exemple simple, celui du régulateur à boules. Cet appareil bien connu se compose d'un parallélogramme articulé ABCD: les angles opposés B et D de ce parallélogramme portent des boules dont la masse est notable; l'angle supérieur A est fixe; l'angle inférieur C porte un anneau qui peut glisser le long d'une tige verticale fixe AX; tout l'appareil est animé d'un mouvement de rotation rapide autour de la tige AX. A l'anneau C est suspendue une tringle T.

La force centrifuge tend à écarter les boules et par conséquent à soulever l'anneau C et la tringle T. Cette tringle T est donc soumise à une traction qui est d'autant plus forte que la rotation est plus rapide.

Supposons maintenant un observateur qui voie seulement cette tringle et imaginons que les boules, la tige AX, le parallélogramme, soient faits d'une matière invisible pour lui. Cet observateur constatera la traction exercée sur la tringle T; mais comme il ne verra pas les organes qui la produisent, il l'attribuera à une cause mystérieuse, à une « force », à une attraction exercée par le point A sur la tringle.

Eh bien, d'après Hertz, toutes les fois que nous imaginons une force, nous sommes dupes d'une illusion analogue.

Une question se pose alors : peut-on imaginer un système articulé qui imite un système de forces, défini par une loi quelconque ou en approchant autant qu'on voudra ? La réponse doit être affirmative ; je me contenterai de rappeler un théorème de M. Kœnigs qui pourrait servir de base à une démonstration. Voici ce théorème : On peut toujours imaginer un système articulé, tel qu'un point de ce système décrive une courbe ou une surface algébrique quelconque; ou, plus généralement, on peut imaginer un système articulé tel qu'en vertu de ses liaisons, les coordonnées des divers points du système soient assujetties à des relations algébriques données quelconques.

Seulement, les hypothèses auxquelles on serait conduit pourraient être très compliquées.

Ce n'est pas d'ailleurs la première tentative que l'on faisait dans ce sens. Il est impossible de ne pas rapprocher les hypothèses de Hertz de la théorie de lord Kelvin sur l'élasticité gyrostatique.

Lord Kelvin, on le sait, a cherché à expliquer les propriétés de l'éther sans faire intervenir aucune force. Il a même donné une forme définitive à son hypothèse et représente l'éther par un de ces modèles mécaniques comme les aiment les Anglais. Les savants anglais, satisfaits d'avoir donné un corps à leurs idées, de les avoir rendues tangibles, ne sont pas effrayés par la complication de ces modèles où l'on a multiplié les tringles, les bielles, les coulisses, comme dans un atelier de mécanicien.

Décrivons, pour en donner une idée, le modèle qui représente l'éther gyrostatique. L'éther serait formé d'une sorte de réseau. Chaque maille de ce réseau est un tétraèdre. Chacune des arêtes de ce tétraèdre est formée de deux tiges, l'une pleine et l'autre creuse, coulissant l'une dans l'autre; cette arête est donc extensible, mais non flexible.

Dans chaque maille se trouve un appareil formé de trois tiges invariablement fixées l'une à l'autre et formant un trièdre trirectangle. Chacune de ces trois tiges s'appuie sur deux des arêtes opposées du tétraèdre; enfin, chacune d'elles porte quatre gyroscopes.

Dans le système que je viens de décrire, il n'y a pas d'énergie potentielle; mais seulement de l'énergie cinétique, celle des tétraèdres, et celle des gyroscopes. Cependant, un milieu ainsi constitué se comporterait comme un milieu élastique; il transmettrait des ondulations transversales absolument comme l'éther.

J'ajouterai une chose encore : avec des systèmes articulés de ce genre, contenant des gyroscopes, on peut non seulement imiter toutes les forces que nous trouvons dans la Nature, mais encore en imiter d'autres que la Nature ne saurait réaliser; c'est précisément là le but que lord Kelvin se proposait; il voulait expliquer certaines propriétés de l'éther dont les hypothèses ordinaires lui paraissaient incapables de rendre compte.

On sait que l'axe du gyroscope tend à conserver une direction fixe dans l'espace; quand il en est écarté, il tend à y revenir comme s'il était sollicité par une force dirigeante. Cette force apparente qui tend à maintenir la direction du gyroscope, n'est pas, comme les forces réelles, contrebalancée par une réaction égale et contraire. Elle est donc affranchie de la loi de l'action et de la réaction, et de ses conséquences telles que la loi des aires, auxquelles sont soumises les forces naturelles.

On conçoit donc que l'hypothèse gyrostatique, où l'on est affranchi de cette règle restrictive, ait rendu compte de faits que ne pouvaient expliquer les hypothèses ordinaires qui y restent assujetties.

Que doit-on penser, en définitive, de la théorie de Hertz? Intéressante à coup sûr, elle ne me satisfait

pas entièrement parce qu'elle fait la part trop grande à l'hypothèse.

Hertz s'est mis à l'abri de quelques-unes des objections qui l'avaient tourmenté; il ne paraît pas les avoir écartées toutes.

Les difficultés que nous avons longuement discutées au début de cet article pourraient se résumer ainsi :

On a exposé les principes de la Dynamique de bien des manières: mais jamais on n'a suffisamment distingué ce qui est définition, ce qui est vérité expérimentale, ce qui est théorème mathématique. Dans le système hertzien, la distinction n'est pas encore parfaitement nette, et, de plus, un quatrième élément est introduit : l'hypothèse.

Néanmoins, par cela seul qu'il est nouveau, ce mode d'exposition est utile : il nous force à réfléchir, à nous affranchir de vieilles associations d'idées. Nous ne pouvons pas encore voir le monument tout entier; c'est quelque chose d'en avoir une perspective nouvelle, prise d'un point de vue nouveau.

H. Poincaré,
de l'Académie des Sciences.
Professeur de Mécanique céleste
à la Sorbonne.

ÉTAT ACTUEL
DE L'INDUSTRIE DE L'AMMONIAQUE CAUSTIQUE, DE L'AMMONIAQUE LIQUÉFIÉE ET DES SELS AMMONIACAUX

Nous avons étudié, dans un précédent article[1], l'état de la production et de la récupération de l'ammoniaque, dans les diverses industries qui sont la source de cette base. Après avoir passé en revue les divers modes d'obtention de l'ammoniaque, il nous paraît intéressant de compléter cette étude par la description des procédés actuels de préparation de l'ammoniaque caustique à divers degrés et des sels ammoniacaux.

Comme nous l'avons vu, les deux produits obtenus directement soit dans les usines à gaz, soit des fours à coke, etc., sont l'ammoniaque caustique et le sulfate d'ammoniaque, ce dernier servant presque toujours de matière première pour l'obtention des autres sels ammoniacaux.

Nous allons donc décrire d'abord, avec quelques détails, les divers perfectionnements apportés à la fabrication de ces deux corps, puis nous passerons à l'étude des autres sels ammoniacaux.

I. — Ammoniaque caustique.

Nous comprendrons sous le nom d'ammoniaque caustique :

1° Les eaux concentrées, quoique celles-ci soient composées non seulement d'ammoniaque libre, mais de carbonate, sulfure et autres sels d'ammonium;

2° L'alcali volatil à ses divers degrés commerciaux 22° B., 24° B. et 29° B.;

3° L'ammoniaque pure, liquéfiée et anhydre.

§ 1. — Eaux concentrées.

Les eaux ammoniacales, telles qu'elles sont obtenues dans la fabrication du gaz, ont un titre de 3° B. à 10° B., suivant les points où les eaux sont prélevées. Leur concentration dépend entièrement des laveurs et des scrubbers employés à la condensation, ainsi que de la conduite de ces appareils.

Le fabricant devra donc toujours chercher à obtenir, après le dernier scrubber, les eaux les plus riches possible, de façon à diminuer dans la plus grande proportion les frais de concentration.

Dans le lavage réside presque toute la question des bons rendements en ammoniaque.

Il est facile, en Angleterre, de contrôler les divers rendements de chacune des usines, grâce à une publication anglaise ayant pour titre *Gas Work's Statistics*, qui reproduit tous ces renseignements. Nous n'avons malheureusement en France aucune publication de ce genre qui puisse nous fournir de semblables données.

Les petites usines, en général, ne transforment pas leur ammoniaque en sels ammoniacaux, ce qui serait, parfois cependant, plus rémunérateur, surtout pour la fabrication des sels purs; elles ne font que concentrer leurs eaux en les amenant de 3° B. à 17°-19° B.

La concentration de ces eaux se fait dans les appareils Solvay, Chevalet, Elwert, etc., à l'aide de serpentins ou de faisceaux tubulaires, refroidis par un courant d'eau froide. Il est difficile, à cause du carbonate d'ammoniaque, qui occasionne facilement des obstructions, de dépasser un titre de 15 %. On obtient ainsi des eaux de couleur jaunâtre,

[1] Voyez la *Revue générale des Sciences* du 28 février 1897.

contenant du carbonate d'ammonium, des sulfures, sulfhydrates d'ammonium, etc.

Le transport de ces eaux se fait ordinairement à l'aide de wagons-citernes en fer, qui ont l'inconvénient d'être attaqués par les sulfures et les sulfocyanures d'ammonium, pour donner du ferrocyanure d'ammonium et du sulfure de fer. On a tenté, pour ce motif, de les remplacer par des récipients en ciment, système Monnier, dont l'ossature est formée d'un treillis de fil de fer, recouvert intérieurement et extérieurement d'une couche de ciment. Lorsque les eaux ammoniacales doivent être conservées un certain temps, des quantités importantes d'ammoniaque peuvent se perdre par évaporation. Dans ce cas, il faut donc employer des récipients fermés.

Les wagons-citernes, employés pour le transport des eaux concentrées, contiennent ordinairement 10 tonnes.

Les eaux concentrées sont consommées presque exclusivement par la fabrication de la soude à l'ammoniaque. La réaction fondamentale sur laquelle repose ce procédé est, comme on sait, la double décomposition entre le bicarbonate d'ammoniaque et le sel marin : il se forme du bicarbonate de soude peu soluble et du chlorhydrate d'ammoniaque.

$$AzH^4HCO^3 + NaCl = NaHCO^3 + AzH^4.Cl.$$

L'application de ce procédé a été résolue et pratiquée avec succès au moyen des appareils de MM. Schlœsing et Rolland, Boulouvard, Solvay. Dans ce procédé la production d'une tonne de carbonate de soude réclame l'emploi d'une quantité d'ammoniaque représentant environ 450 kilos d'ammoniaque.

Le prix élevé de l'ammoniaque oblige le fabricant à écarter, autant que possible, toutes les chances de perte. L'ammoniaque du chlorhydrate est donc régénérée dans des colonnes semblables à celles dont nous avons parlé dans un précédent article. La régénération de l'ammoniaque contenue dans les eaux mères du bicarbonate de soude est une opération très importante. Les liquides à traiter renferment environ 71 kilos d'ammoniaque (AzH^3) par mètre cube, dont environ 23 kilos à l'état de sesquicarbonate. Il s'agit d'expulser la totalité de l'ammoniaque par ébullition des eaux mères sans pour cela obtenir un liquide trop dilué. L'eau ammoniacale riche dégage avec facilité, sous l'action de la chaleur, la plus grande partie de son ammoniaque; mais, lorsqu'elle arrive à une teneur de 1 à 2 °/₀, les dernières traces sont très difficiles à chasser et la quantité de combustible à consommer croît en raison inverse de la teneur en ammoniaque, comme, en général, dans toutes les distillations de liquides ammoniacaux. La conduite de l'appareil est semblable à celle de ceux décrits précédemment : le lait de chaux est introduit dans la partie de la colonne où le liquide arrive dépouillé de tous ses produits ammoniacaux volatils. Dans les usines Solvay, c'est l'appareil de ce nom qui est employé; à l'usine de Sorgues, M. Boulouvard emploie la colonne Mallet légèrement modifiée. Grâce à cette récupération presque totale, cette industrie n'est pas un consommateur de premier ordre.

En 1891, d'après les statistiques officielles, 196.583 tonnes de carbonate de soude ont été fabriquées, dont 116.323 par le procédé à l'ammoniaque. D'après M. Lunge, il se perdrait annuellement dans cette fabrication une quantité correspondant à 10.000 tonnes de sulfate d'ammoniaque.

§ 2. — Dissolution d'ammoniaque ou alcali volatil.

Les différentes sortes d'ammoniaques commerciales sont obtenues, comme on sait, par dissolution du gaz ammoniac dans de l'eau refroidie. Ces dissolutions sont plus ou moins pures. Quelques perfectionnements ont été apportés à la fabrication de l'alcali.

L'alcali volatil peut se fabriquer directement avec les eaux ammoniacales à l'aide des appareils suivants : Elwert et Muller-Kar, Weill-Gœtz, Lair, Grüneberg, Feldmann, etc.

Dans chacune de ces colonnes, l'appareil de saturation contenant de l'acide sulfurique est remplacé par un serpentin ou un faisceau tubulaire refroidi. Les vapeurs ammoniacales s'échappant de la colonne traversent, dans le cas de l'appareil Elwert et Muller, quatre épurateurs, communiquant entre eux et contenant de la braise qui absorbe principalement les hydrocarbures souillant le gaz ammoniac. Dans l'appareil Weill-Gœtz, le gaz traverse des épurateurs à charbon et à soude caustique, puis se rend aux saturateurs contenant de l'eau distillée.

La Compagnie parisienne du Gaz emploie, pour la fabrication de l'alcali blanc, l'appareil Mallet.

Dans le procédé Grüneberg-Blum, on traite, avant la distillation, les eaux ammoniacales par la chaux, afin d'expulser complètement l'acide carbonique contenu. On ajoute environ 6 °/₀ de chaux en pâte et on laisse reposer dix à quinze minutes. L'eau clarifiée s'écoule dans une cuve et la pâte calcaire, délayée, est introduite dans un bouilleur placé sous cette cuve, chauffé par un serpentin de vapeur libre; l'eau ammoniacale est refoulée par cette vapeur et par l'air comprimé dans un réservoir, en charge sur une colonne Grüneberg ordinaire, la caisse à chaux étant supprimée. Le fonctionnement est absolument le même.

Les vapeurs ammoniacales produites sont séchées

dans le condenseur, se rendent avec les eaux de condensation dans un petit récipient où l'eau condensée est reprise et revient au bouilleur. Les vapeurs ammoniacales se rendent ensuite dans quatre cylindres contenant, les deux premiers du lait de chaux, le troisième de l'huile de paraffine, et le quatrième une dissolution de carbonate de soude.

Le gaz ammoniac, à la sortie de ces épurateurs, est privé d'hydrogène sulfuré et de goudron; il traverse alors six filtres à charbon de bois et enfin est amené dans des cylindres d'absorption, à moitié remplis d'eau distillée et fonctionnant alternativement. Le gaz y est condensé par un refroidissement énergique.

Quelques essais de purification ont été tentés à l'aide du chlorure de manganèse qui décomposerait le sulfhydrate et le carbonate d'ammoniaque. M. Villon proposait, pour obtenir un gaz entièrement pur, de le laver dans un lait d'oxyde de plomb et de chaux éteinte, autrement dit, de plombite de chaux, puis de le faire passer dans une colonne à hydrocarbures lourds. L'hydrogène sulfuré, l'acide carbonique, les produits goudronneux et empyreumatiques étaient ainsi éliminés. — Nous ne connaissons pas les résultats obtenus dans ces diverses tentatives.

§ 3. — Ammoniaque liquéfiée, anhydre.

L'ammoniaque liquéfiée, qui n'était autrefois qu'un produit de laboratoire, a pris depuis quelques années une place extrêmement importante parmi les produits ammoniacaux industriels, grâce à son emploi dans les diverses industries utilisant son pouvoir réfrigérant (fabrication de la glace en blocs de toutes dimensions, refroidissement des caves de fermentation, conservation des viandes, poissons et autres produits alimentaires, démoulage du chocolat, fonçage des puits (système Pœtsch), brasseries, malteries, fromageries, etc.).

L'ammoniaque liquéfiée se produit actuellement très facilement par la distillation d'une dissolution ammoniacale suffisamment concentrée, ordinairement à 29° B. — L'activité frigorifique de ce corps est très considérable et le désigne tout particulièrement comme agent producteur de froid, bien que ses tensions de vapeur soient relativement élevées pour des températures oscillant entre 25° et 30° C. Les avantages de ce gaz l'ont amené à être de beaucoup le plus employé pour la production artificielle du froid.

L'ammoniaque anhydre peut s'obtenir en décomposant le sulfate par la chaux. Le gaz est ensuite purifié par passage à travers des colonnes de charbon de bois fraîchement calciné et des caisses remplies de chaux vive. Ainsi parfaitement desséché, il se rend alors dans un gazomètre à huile minérale, puis une pompe de compression d'un système quelconque, Fixary, Linde, Lavergne, etc., le comprime, à la pression de 30 atmosphères, dans un serpentin en fer forgé entouré d'eau froide constamment renouvelée.

M. Hans von Strombeck fait passer le gaz ammoniac, desséché et dégoudronné, dans un récipient contenant du sodium métallique fondu. Comme, pendant cette opération, il se dégage de l'hydrogène, il fait passer le gaz sur du noir de palladium. Ce dernier est revivifié de temps en temps par le passage d'un courant d'air. L'ammoniaque ainsi obtenue ne renferme, d'après l'auteur, que 0,005 °/ d'impuretés. Les compresseurs employés dans cette fabrication sont tantôt horizontaux et à double effet, et tantôt verticaux : dans ce cas, ils sont le plus souvent à simple effet.

La distribution se fait à l'aide de soupapes automatiques en fer ou en acier, auxquelles on donne la plus grande section possible, avec la plus faible levée compatible avec la vitesse du piston. Les chocs de ces soupapes sont rendus moins brusques, à l'aide d'un amortisseur gazeux nommé *dash-pot*.

Les principaux types de machines à ammoniaque sont les machines Fixary, Linde, Lavergne, etc.

Dans la machine Linde, le piston épouse exactement la forme du fond du cylindre, de façon à rendre l'espace nuisible le plus petit possible. Les condenseurs sont formés de serpentins en fer ou en acier forgé, d'une seule pièce, soudés à recouvrement.

Les machines Linde sont surtout répandues en Allemagne, les machines Fixary en France et les machines Lavergne, quoique de date récente, sont très employées aux Etats-Unis et en Angleterre.

M. G. Wren, de New-York, a essayé de produire, par simple distillation, de l'ammoniaque anhydre pure, sans employer de pompes de compression ou autres appareils semblables.

L'eau ammoniacale est chauffée dans une chaudière en tôle forte et capable de soutenir une haute pression. Les gaz dégagés, entraînés par un tuyau vertical d'environ 40 pieds, se rendent dans un serpentin placé dans une bâche. Un courant d'eau froide refroidit le tout et condense la vapeur entraînée; le gaz ammoniac, ainsi refroidi, est liquéfié par la pression même de la vapeur.

L'ammoniaque a été aussi utilisée pour le fonçage des puits, et comme fluide moteur dans certaines machines. Quelques expériences ont été faites dans ce but, par MM. Tellier, Mac-Mahon, qui tenta à Chicago la traction mécanique des tramways, à l'aide d'une locomotive à ammoniaque. M. T.-W. Morgan-Draper vient encore

récemment d'inventer un nouveau moteur à ammoniaque anhydre.

La consommation des machines à ammoniaque est si faible qu'elles ne constitueront jamais un débouché extrêmement important.

Les usines qui fabriquent ce produit sont actuellement très nombreuses en Belgique, en Angleterre, en Allemagne et aux Etats-Unis. La France est, à ce point de vue, très en retard, et nous sommes, pour la consommation de l'ammoniaque anhydre, presque entièrement tributaires de l'étranger.

II. — Sels ammoniacaux.

§ 1. — Sulfate d'ammoniaque.

Le sulfate d'ammoniaque qui, il y a trente-cinq ans à peine, n'avait pas d'autre usage industriel que celui de la fabrication de l'alun ammoniacal, était à peine employé comme engrais en France, tandis que l'agriculture anglaise commençait à l'utiliser. Dès que la culture reconnut ses avantages, ce produit fut recherché avec avidité et il se trouve être maintenant le plus important de tous les produits ammoniacaux.

On le fabrique, comme nous l'avons vu [1], par la distillation soit des eaux-vannes, soit des eaux ammoniacales du gaz ou des autres industries, les gaz produits étant recueillis dans l'acide sulfurique.

L'acide employé est ordinairement l'acide sulfurique à 60° B., plus rarement l'acide à 66°.

Jusque dans ces dernières années, on croyait qu'il était nécessaire d'évaporer pour obtenir un sel blanc, ou tout au moins d'un beau gris; l'ammoniaque était d'abord mise en contact avec de l'acide étendu d'eau, et la solution neutre ainsi produite était évaporée ensuite jusqu'au point de cristallisation.

Ce procédé coûteux fut remplacé par l'emploi d'une caisse ouverte de saturation, dans laquelle la séparation du sel s'effectue lorsque l'acide est près d'être saturé, moment où l'on ajoute une nouvelle quantité d'acide sulfurique.

Les appareils de saturation sont la plupart du temps en bois, doublés d'une feuille de plomb, quelquefois en granit, les joints étant faits avec du soufre et du verre pilé.

La quantité d'acide à introduire est déterminée toujours par la teneur des eaux en ammoniaque. Si l'on distille des eaux à 3° B, il faut environ 80 kilos d'acide à 60° B. par mètre cube.

Le sulfate produit est pêché au moyen de cuillers à longs manches. Cette opération est assez pénible, surtout dans les grandes usines, ce qui a donné l'idée de chercher un moyen mécanique quelconque pour transporter le sel à l'égouttoir. M. Wilson, à l'usine à gaz de Beckton, transporte le sel formé dans l'égouttoir au moyen d'un monte-charge à vapeur et le liquide qui s'échappe retourne à la caisse de saturation. M. Stafford Ellery est arrivé au but en construisant une caisse de saturation dans laquelle le sel, au fur et à mesure qu'il se dépose, descend par son propre poids, soit dans un petit véhicule, soit dans un égouttoir. Le saturateur est formé d'une caisse en bois, doublée de plomb, de forme rectangulaire ayant 1 mètre de côté et $0^m,90$ de profondeur; la partie supérieure est fermée aux trois quarts par un couvercle. Le fond du saturateur est entièrement occupé par une espèce d'entonnoir, en forme de tronc de pyramide renversée. L'angle d'inclinaison de la pyramide est de 45° La partie inférieure de l'entonnoir est fermée par une valve qui joue un grand rôle dans les résultats obtenus avec ce système. La valve Ellery est en fer forgé. Malgré l'attaque par l'acide sulfurique, cette valve peut servir pendant des mois, n'ayant besoin que d'être graissée et rodée de temps en temps. La valve se meut de haut en bas à l'aide d'une longue tige à poignée, permettant à un ouvrier de la manœuvrer en restant debout. Ce dernier arrive, au bout de très peu de temps, à ne laisser échapper qu'une quantité très faible d'eau mère avec le sulfate cristallisé.

Le saturateur est porté par quatre piliers en bois ayant une hauteur telle ($1^m,30$ ordinairement) qu'un wagonnet puisse être glissé sous la valve.

Avec un saturateur de pareilles dimensions, on peut produire au moins quatre tonnes de sulfate d'ammoniaque par jour.

Les quantités d'acide et d'eaux mères affluant dans le saturateur, sont réglées d'après les quantités d'eaux ammoniacales qui passent dans les colonnes de distillation. L'ammoniaque arrive dans l'acide par un tube de 0,15, percé de trous sous un angle tel que les vapeurs injectées chassent le sel nouvellement formé dans la direction de l'entonnoir et de la valve.

Dans cet appareil, l'inventeur emploie de l'acide à 39° B., titre qui nous semble beaucoup trop faible : il vaut mieux employer de l'acide à 53° B. ou 60° B., concentrations avec lesquelles il est beaucoup plus facile d'obtenir de beaux cristaux.

Un des avantages du dispositif Ellery est d'obtenir du sulfate ne contenant aucune des impuretés qui flottent à la surface du liquide acide du saturateur, la vidange du sel se faisant par le fond.

Le sulfate d'ammoniaque, comme on le voit, est le sel ammoniacal le plus important, dont l'application comme matière fertilisante forme le principal débouché de l'ammoniaque. C'est le produit le

[1] Voyez la *Revue* du 28 février 1897.

plus riche en azote utilisé par l'agriculture (21 °/₀).

La production, en 1896, dans le monde entier, peut être approximativement évaluée ainsi :

Angleterre	190.000	tonnes.
France	45.000	—
Belgique et Pays-Bas	35.000	—
Allemagne, Autriche, Pologne	75.000	—
Autres pays	20.000	—
Production totale	365.000	tonnes.

Ces 365.000 tonnes de sulfate d'ammoniaque, au titre minimum de 20 °/₀ d'azote, représentent 73.000 tonnes d'azote ammoniacal.

L'Angleterre actuellement produit plus de sulfate d'ammoniaque que tous les autres pays du monde réunis.

En 1895, sur une production de 179.000 tonnes, elle n'en a consommé que 39.000 tonnes, exportant donc environ 140.000 tonnes, tant en Europe qu'en Amérique et dans les colonies. Cette exportation est facilitée par la position de ce pays et par la richesse de ce produit — le fret de Londres à New-York étant moins élevé que le transport par chemin de fer de Marseille à Paris.

L'Angleterre, qui reste donc le vrai marché du sulfate d'ammoniaque, a vu sa production augmenter rapidement. D'après MM. Bradbury et Hirsch, voici (Tableau I) quelle en a été la progression dans les diverses industries productrices d'ammoniaque.

La production française, au contraire, est relativement restreinte et, en 1895, a fourni les chiffres suivants :

Usines à gaz	13.000	tonnes.
Vidanges	9.000	—
Production de la province	23.000	—
Production totale	45.000	tonnes.

On voit par ces chiffres que nous sommes bien au-dessous de la production anglaise, dont les cours ont une influence prépondérante sur le prix de vente du sulfate d'ammoniaque dans tous les pays agricoles.

En Angleterre, le *tout à l'égout* étant pratiqué dans toutes les villes, l'ammoniaque contenue dans les vidanges est complètement perdue. En Allemagne, les vidanges étant traitées par certains produits chimiques dans le but d'obtenir des engrais, l'ammoniaque qu'elles contiennent n'est pas comptée dans la production de ce pays.

Contrairement à l'Angleterre, la France n'est pas bien placée pour exporter; notre exportation correspond à des besoins réguliers vers la Suisse, l'Italie et l'Espagne.

Il est à remarquer que, depuis 1891, l'accroissement de la production est relativement moins considérable pour les usines à gaz que pour les autres industries. Partout ce même fait se représente, en France, en Belgique, en Allemagne surtout, où les houillères du *bassin de la Saar* et du *bassin de la Rühr* produisent dans leurs batteries de fours à coke une quantité croissante de sulfate d'ammoniaque. La France, à ce point de vue particulier, se laisse devancer par l'Allemagne, quoique actuellement la plupart des houillères du Pas-de-Calais soient munies de fours à récupération. Nous croyons que la Compagnie d'Anzin est actuellement décidée à monter des installations semblables.

Les variations des cours du sulfate d'ammoniaque depuis une vingtaine d'années ont été énormes et n'ont pas suivi, à beaucoup près, les variations de sa production.

Si nous prenons comme type la progression de la production anglaise, qui peut représenter l'al-

Tableau I. — Production du sulfate d'ammoniaque en Angleterre.

	1896	1895	1894	1893	1892	1891
	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Usines à gaz	124.000	119.600	113.500	112.000	110.750	107.950
Hauts fourneaux	18.000	14.600	10.000	8.800	11.000	6.300
Raffineries d'huiles de schiste	39.000	38.300	33.000	28.500	23.400	26.600
Coke et usines de carbonisation	8.000	7.000	3.500	3.200	5.000	2.800
Production totale	189.000	179.500	160.000	152.500	149.850	143.650

Tableau II. — Cours moyens et production anglaise du sulfate d'ammoniaque de 1883 à 1895 inclus.

ANNÉES	PRODUCTION en tonnes	COURS MOYEN
		fr. c.
1883	75.000	417 05
1884	87.000	364 75
1885	97.000	288 70
1886	106.000	281 75
1887	113.000	299 45
1888	122.000	299 90
1889	133.000	304 15
1890	134.000	288 75
1891	143.650	274 40
1892	149.850	254 35
1893	152.500	316 75
1894	159.000	342 25
1895	179.500	246 15

lure probable des augmentations annuelles de la fabrication des divers autres pays, nous voyons, d'après MM. Bradbury et Hirsch, que les cours ont été ceux du tableau II (page 747).

En 1895, l'Angleterre a donc fourni à elle seule 179.500 tonnes, dont 119.000 tonnes provenant des usines à gaz.

En ce qui concerne le cours du sulfate d'ammoniaque, en ajoutant 10 francs par tonne aux prix énumérés ci-dessus, on a sensiblement les cours des ports français du Nord et des ports belges.

En 1881 et 1882 le sulfate d'ammoniaque a valu 50 et 51 francs les 100 kilos; son prix maximum, 53 francs, fut atteint en mars 1882.

L'année dernière, au contraire, il a été coté à des prix extraordinairement bas, et actuellement, en Angleterre, on peut acheter du sulfate d'ammoniaque à 19 fr. 50 les 100 kilos. Cette baisse énorme n'est pas due, comme on pourrait le croire, à une surproduction, mais bien à la concurrence exercée par toutes les autres matières fertilisantes et en particulier par un rival acharné, le nitrate de soude.

En 1891, comme nous l'avons vu, on a produi dans le monde entier 365.000 tonnes de sulfate, représentant 73.000 tonnes d'azote ammoniacal.

Dans cette même année, l'importation du nitrate de soude a été de 1.200.000 tonnes qui, à une teneur de 15 °/₀ d'azote, nous donne pour ce produit 180.000 tonnes d'azote utilisable. Donc la production totale du sulfate d'ammoniaque représente un peu plus du tiers de la quantité d'azote importée par le nitrate de soude. Cette quantité est presque entièrement fournie par l'industrie du gaz; or, comme nous l'avons dit[1], si la récupération était adoptée dans les diverses industries du coke, des hauts fourneaux, des industries employant des gazogènes, etc., la quantité de sulfate d'ammoniaque produite annuellement dépasserait 5.000.000 de tonnes. Elle pourrait donc mettre annuellement à la disposition de l'agriculture une quantité d'azote considérablement supérieure à celle fournie par le nitrate de soude.

Dans toutes les grandes industries du gaz, du coke, etc., l'ammoniaque, et par suite le sulfate d'ammoniaque, ne sont pas un produit de fabrication directe, mais un sous-produit découlant tantôt forcément (fabrication du gaz), tantôt accessoirement (fabrication du coke) de l'obtention du produit principal.

Cette fabrication est assez rémunératrice, et même aux prix de vente extrêmement bas de 20 et 22 francs les 100 kilos de sulfate d'ammoniaque, les eaux ammoniacales peuvent être distillées et transformées avantageusement. Il faut compter en moyenne, pratiquement, une dépense de 110 kilos d'acide sulfurique à 53° B. par 100 kilos de sulfate d'ammoniaque produit.

Voici les frais calculés pour une petite usine à gaz ayant produit 58.000 kilos de sulfate d'ammoniaque en une année. La dépense nécessitée pour l'établissement d'un appareil distillatoire, avec bacs et caisses, s'est élevée à 10.000 francs. Les comptes de fabrication d'une campagne sont les suivants :

Intérêts sur 10.000 francs	500	»
Amortissement en 10 ans	1.000	»
Chaux : 11.000 kilos	440	»
Combustible	267	50
Main-d'œuvre, salaires, emballage	2.466	65
Usure, entretien	200	»
Acide sulfurique à 53° B. : 63.800 kilos à 5 francs les 100 kilos	3.190	»
Total	8.064	15

Cette dépense totale met le sulfate d'ammoniaque produit à 13 fr. 90 les 100 kilos. La vente des 58.000 kilos à 20 francs les 100 kilos, cours extrême, donnerait encore un revenu brut de 11.600 francs, laissant un bénéfice de 3.535 fr. 85 centimes. En considérant les chiffres des frais de production comme trop faibles, l'écart entre le prix de vente et le prix de revient sera toujours assez grand pour y trouver une source de bénéfices. Même actuellement, où les cours sont les plus bas, les usines productrices trouvent une large compensation des bas prix de vente du sulfate dans la baisse survenue sur les charbons depuis quelques années.

§ 2. — Chlorhydrate d'ammoniaque.

La fabrication du chlorhydrate d'ammoniaque n'a subi que peu de perfectionnements.

Ce sel est obtenu, en général, par mélange de dissolutions ammoniacales impures contenant une grande quantité de carbonate d'ammoniaque ou, comme en Angleterre, par simple mélange des eaux ammoniacales, avec de l'acide chlorhydrique commercial à 18°-20° B.

Dans le premier procédé on dispose une série de touries ou de bacs fermés, contenant la dissolution ammoniacale et l'acide chlorhydrique, et, en contrebas, un grand bac rectangulaire, doublé de plomb, et muni d'un couvercle et d'un tuyau d'échappement, se rendant à la cheminée. A l'aide de siphons en plomb ou en verre, on fait écouler simultanément les deux liquides, qui se neutralisent au fur et à mesure de leur arrivée.

On remue ensuite fortement, on arrête les siphons et on évapore le liquide légèrement acide, à l'aide d'un serpentin de plomb. La concentration terminée, on transvase dans des cristallisoirs doublés de plomb. Les cristaux sont pêchés avec des pelles en

[1] Voyez la *Revue* du 28 février 1897, page 148.

bois, on les égoutte et on les fait sécher. M. Kuentz avait proposé de les fabriquer directement avec les eaux ammoniacales et le perchlorure de fer impur, obtenu en traitant les schistes pyriteux par le sel marin. MM. Dubosc et Heuzey ont basé récemment une méthode sur l'insolubilité des sulfures et des carbonates métalliques en présence du chlorhydrate d'ammoniaque. On produit une double décomposition entre le sulfhydrate et le carbonate d'ammoniaque, par le perchlorure de fer et le chlorure de calcium, mélangés en proportions convenables. Ce procédé a été essayé à Rouen, à la Compagnie Européenne du gaz.

Peu de modifications ont été apportées à la fabrication du chlorhydrate d'ammoniaque sublimé. En Angleterre, la sublimation se fait dans de grandes chaudières en fonte, hémisphériques, garnies intérieurement de briques réfractaires. Ces chaudières contiennent de 1.000 à 9.000 kilos chacune. La durée d'une opération est d'une semaine environ.

En France, la sublimation se fait encore dans de petits pots en grès, disposés dans un carneau, en deux rangées parallèles. Ces pots sont engagés, à la partie supérieure, dans une plaque en fonte et le tout est recouvert de sable.

Certaines industries, telles que celle du fer galvanisé, préfèrent le sel ammoniac gris, obtenu en introduisant dans les appareils de sublimation une petite quantité de matière grasse, qui donne des produits noirs pyrogénés qui se mélangent au chlorhydrate pendant sa sublimation.

§ 3. — Carbonate d'ammoniaque.

Le carbonate d'ammoniaque est obtenu par décomposition du chlorhydrate d'ammoniaque par la craie en poudre.

En Angleterre, le sel ammoniac est séché et distillé avec le double de son poids de craie, dans des cornues horizontales en fonte, de 2 mètres de longueur et $0^m,50$ de largeur et disposées par batteries de 3 ou 5. Elles sont en relation avec deux petites chambres de plomb où se fait la condensation. Chacune de ces chambres a une paroi mobile, permettant d'enlever le carbonate d'ammoniaque déposé.

La sublimation a lieu vers 50°. Le produit obtenu est sublimé une seconde fois dans des marmites en fonte.

§ 4. — Azotate d'ammoniaque.

L'azotate d'ammoniaque s'obtient toujours par double décomposition, à l'aide du sulfate d'ammoniaque. L'azotate d'ammoniaque pur est obtenu par recristallisations successives. Dans le procédé Cary, on l'obtient à l'aide de l'azotate de baryum et du sulfate d'ammoniaque.

On transforme la barytine ou spath pesant en sulfure de baryum, en la calcinant à l'abri de l'air avec du charbon et de l'huile de résine. On fait bouillir le sulfure de baryum obtenu avec du soufre en poudre, et le polysulfure obtenu est traité par une solution de nitrate de soude, qui transforme le sulfure de baryum en nitrate de baryum, que l'on sépare par cristallisation. On fait ensuite réagir le nitrate de baryum sur une solution de sulfate d'ammoniaque pur; on obtient ainsi du nitrate d'ammoniaque et du sulfate de baryum régénéré.

Le procédé Rotts consiste à obtenir le nitrate d'ammoniaque par double décomposition entre le nitrate de soude et le sulfate d'ammoniaque, sous pression réduite. La dessiccation du produit est ainsi accélérée, sans perte de nitrate décomposé par la chaleur.

MM. Grandhall et J. Landin ont cherché à obtenir du nitrate d'ammoniaque exempt de produits sulfurés. Pour cela, ils extraient par l'alcool un mélange intime de nitrate de soude et de sulfate d'ammoniaque. On a ainsi une solution alcoolique de nitrate d'ammoniaque, qu'on débarrasse de nitrate de soude par filtration à travers une couche de sulfate d'ammoniaque ou de chlorhydrate d'ammoniaque granulé.

Le procédé Habay-Chevallot et Maire a certains points de contact avec le procédé Cary. Comme dans ce dernier, on obtient le nitrate d'ammoniaque par double décomposition entre le nitrate de baryum et le sulfate d'ammoniaque.

Le nitrate de baryum est obtenu par double décomposition entre une solution de chlorure de baryum dans deux fois son poids d'eau bouillante et une dissolution de nitrate de soude. Le nitrate de baryum se précipite à froid et est séparé par turbinage.

Le principal débouché du nitrate d'ammoniaque se trouve dans la fabrication des explosifs, où il constitue actuellement un des corps les plus employés. Mélangé avec la chloronitrobenzine, il constitue la *roburite;* avec la nitronaphtaline, l'*ammonite;* avec la nitroglycérine, l'*ammoniak krut* et la *nitrolite*, etc.

§ 5. — Sulfocyanure d'ammonium.

Le sulfocyanure d'ammonium est actuellement très employé dans la fabrication des mordants d'alumine. On traite le sulfocyanure d'ammonium par l'hydrate d'alumine récemment précipité, et on obtient ainsi deux sulfocyanures d'aluminium, soit $Al^2(CAzS)(OH)^5$, soit $Al^5(CAzS)^3(OH)^{12}$.

Le sulfocyanure d'ammonium est vendu, pour cet usage, en dissolution marquant de 18 à 20° B.

Ce sel remplace avantageusement l'acétate d'alumine, surtout pour les rouges de Rouen.

De grands perfectionnements ont été apportés à sa fabrication. Jusqu'en ces dernières années, seuls les procédés de Liebig, Millon et Gélis avaient été suivis. La plupart sont basés sur l'action du sulfure de carbone sur l'ammoniaque, soit en présence d'alcool (Millon), soit avec 2 à 3 °/₀ d'une huile grasse destinée à produire, avec l'ammoniaque, une émulsion facilitant le mélange intime du sulfure de carbone avec les solutions aqueuses (Gélis).

MM. Günzburg et Teherniac, en 1879 et 1880, ont apporté à cette dernière méthode d'importants perfectionnements, qui ont transformé complètement l'industrie des sulfocyanures. Les appareils employés dans cette fabrication consistent :

1° En une pompe aspirante et foulante en fer;

2° Une série d'autoclaves en fer forgé, à haute pression, munis d'un agitateur à palette, de manomètres, thermomètres, etc. Ils sont entourés d'une enveloppe de vapeur, et communiquent chacun, par un système de tuyaux, avec la pompe alimentaire et l'alambic ;

3° Un alambic chauffé par un serpentin. Cet alambic est surmonté d'une capacité cylindrique destinée à opérer une séparation complète entre la vapeur venant de l'alambic et la solution entraînée à l'état vésiculaire ;

4° Un échangeur à surface, surmonté d'une colonne à coke, et établi au-dessus d'un récipient, destiné à recueillir les liquides condensés, qui sont repris et déversés en pluie continue par une petite pompe aspirante et foulante sur le coke.

On assure ainsi une condensation parfaite de l'ammoniaque, tout en empêchant les obstructions dues au sulfure d'ammonium.

Le fonctionnement de ces appareils est le suivant :

La pompe alimente les autoclaves avec un mélange de sulfure de carbone, d'ammoniaque liquide à 20 °/₀ et d'une certaine quantité de liquides ammoniacaux, provenant de la condensation des eaux de distillation de l'alambic. Aussitôt qu'un alambic est chargé, le robinet d'entrée est fermé et l'agitateur est mis en mouvement. On chauffe jusqu'à 100° C., puis on ferme l'arrivée de vapeur et on continue l'agitation jusqu'au moment où le manomètre marque 15 atmosphères. On cesse d'agiter et le liquide expulsé violemment par la pression se rend à l'alambic. Ce liquide, qui est constitué par une solution ammoniacale de sulfocarbonate d'ammoniaque, est chauffé à 105°-110°.

Pendant la distillation il se décompose en sulfocyanure d'ammonium et en hydrogène sulfuré.

Il reste donc, dans l'alambic, une solution aqueuse de sulfocyanure d'ammonium. Les produits distillés, composés de vapeurs d'eau, de sulfure d'ammonium, d'hydrogène sulfuré et de sulfure de carbone, se dirigent dans les récipients, à travers les échangeurs. Afin de retenir le sulfure de carbone entraîné, on dirige le courant gazeux dans de l'huile lourde de pétrole, qui laisse échapper l'hydrogène sulfuré presque pur.

L'huile saturée n'a plus qu'à être distillée. Le rendement de cet appareil est de 95 °/₀ du rendement théorique.

L'appareil doit être entièrement en fer ou en fonte; seuls les serpentins sont en étain, car avec des serpentins en fer on a du sulfocyanure d'ammonium chargé de sulfocyanure ferreux qui, à l'air, donne une coloration rouge, en se transformant en sulfocyanure ferrique.

Certains alambics, entièrement en aluminium, ont donné d'excellents résultats.

Le sulfocyanure cristallisé est obtenu en évaporant la solution et abandonnant dans des cristallisoirs en bois, étamés.

§ 6. — Autres sels ammoniacaux.

Les autres sels ammoniacaux ont relativement peu d'intérêt, leurs débouchés étant extrêmement restreints.

M. Lagrange a tenté de fabriquer industriellement du phosphate acide d'ammoniaque, dans le but de l'appliquer à l'épuration des jus sucrés.

Il traitait le phosphate acide de chaux par une solution d'ammoniaque, jusqu'à neutralisation, faisait évaporer et cristalliser.

On avait proposé, dernièrement, d'appliquer ce produit à la culture, comme engrais intensif.

Le *bichromate d'ammoniaque* est appliqué comme rongeant dans l'industrie de la teinture. Il est obtenu par transformation du fer chromé en bichromate de soude et traitement de ce dernier, par un courant de gaz ammoniac, jusqu'à saturation.

Le *picrate d'ammoniaque* et son dérivé supérieur, le *picro-crésylate d'ammoniaque*, sont très employés dans l'industrie des explosifs. Les poudres nommées *Welterine* sont constituées par un mélange de ce dernier sel avec, soit du nitrate de soude, soit du nitrate d'ammoniaque.

III. — Comparaison de la France avec l'Étranger.

Comme nous l'avons vu précédemment, la France, au point de vue de la production, n'occupe que le troisième rang, après l'Angleterre et l'Allemagne. La suprématie de ces deux pays provient, à notre avis, de deux causes principales :

1° L'industrie de l'ammoniaque étant intimement liée aux grandes industries de la houille, dont elle dérive directement, on comprend parfaitement que sa production soit en raison directe de la

richesse houillère de chaque pays en particulier. En effet, si nous considérons la production du charbon en 1894, nous voyons que le Royaume-Uni a produit 188.277.000 tonnes de houille; l'Allemagne, 76.741.000 tonnes; et la France, seulement 26.964.000 tonnes. Ces chiffres démontrent clairement que cette cause de l'infériorité de la production française est due, en grande partie, à l'importance moindre des gisements houillers de notre sol.

2° La seconde cause réside surtout dans la tendance, qu'ont certains de nos grands usiniers, à n'adopter certains perfectionnements, même français, que lorsque l'étranger les a consacrés pendant de longues années, et à méconnaître souvent les bienfaits que leur apporterait un contrôle chimique bien organisé.

Au contraire, en Angleterre et en Allemagne, toute usine, si petite soit-elle, possède un laboratoire bien outillé et bien dirigé, permettant de surveiller journellement toutes les opérations de l'usine et de contrôler exactement la valeur de toute matière première et de tout produit fabriqué.

Aussi n'est-il pas étonnant que nous observions, chez nos voisins d'Outre-Manche, des rendements de 12 et 13 kilos de sulfate d'ammoniaque par tonne, alors qu'en France, on s'estime très heureux d'obtenir 9 kilos à la tonne.

P. Truchot.
Ingénieur-chimiste.

REVUE ANNUELLE DE CHIRURGIE

I. — Tête et rachis

1. *Névralgie faciale.* — Les douleurs déterminées par certaines névralgies faciales et l'insuccès du traitement médical ont conduit à pratiquer dans certains cas des opérations pour remédier aux accidents. On a eu recours à la névrectomie extra-cranienne des diverses branches du trijumeau et même à la résection intra-cranienne du ganglion de Gasser. Dans un important mémoire, Louis Mac Lane Tiffany n'a pas réuni moins de 108 cas de résection intra-cranienne. L'histoire de ces faits nous montre que l'opération n'est pas innocente : 24 de ces 108 malades sont morts. En revanche, les récidives sont rares; mais, s'il n'y a pas eu souvent récidive, il y a eu, dans quelques cas, des lésions consécutives à l'opération, en particulier du côté de l'œil (ulcère de la cornée, conjonctivite, etc.). En somme, c'est une opération qu'il ne faut pratiquer que dans les cas de nécessité absolue.

2. *Surdité chronique.* — On sait combien est fréquente la surdité chronique, due à la sclérose de la caisse, surdité d'autant plus pénible qu'elle peut s'accompagner de bruits subjectifs (bourdonnements, etc.). Aussi comprend-on qu'en présence de l'insuccès des thérapeutiques ordinaires on ait cherché si l'on ne pouvait obtenir mieux par un traitement chirurgical. Les uns ont pratiqué simplement la perforation artificielle du tympan (Miot); d'autres ont sectionné des brides cicatricielles, des tendons rétractés ou même enlevé le tympan et les deux gros osselets (Mounier); d'autres ont fait plus encore et ont pratiqué un évidement pétro-mastoïdien (Malherbe). Evidant l'antre et ouvrant l'aditus de manière à avoir une large communication avec la caisse, on rompt avec de petits crochets les brides et les adhérences de la caisse, quand il en existe. On obtiendrait ainsi des améliorations dans l'état des malades.

3. *Mal de Pott.* — Au cours de l'année qui vient de s'écouler, la question du traitement du mal de Pott, plus exactement du *mal de Pott avec gibbosité*, a fait beaucoup de bruit, tant dans la presse politique que dans les Sociétés scientifiques. Les communications retentissantes de M. Calot à l'Académie de Médecine ont fait croire au grand public qu'il n'y aurait plus de bossus. Les gibbosités pottiques pourraient être redressées sous le chloroforme, en un seul temps, en ayant, au besoin, recours, pour atteindre ce but, à la plus grande violence. Peu de temps après les communications de Calot, M. Chipault, en même temps qu'il prônait à nouveau le redressement forcé, revendiquait pour lui la priorité de la méthode. Les résultats immédiats, obtenus par ces deux opérateurs, semblaient excellents; doit-il en être de même des résultats éloignés? Ce n'est pas l'opinion de M. Ménard qui, étudiant de son côté la question, considère les tentatives faites comme dangereuses et forcément inefficaces. Ses expériences, faites sur des cadavres de l'Hôpital de Berck, lui ont montré que ce redressement forcé pouvait amener la rupture de poches purulentes et qu'il produisait nécessairement l'écartement des deux segments de la colonne osseuse malade et la formation d'une vaste caverne antérieure; que, par suite, la gibbosité devait se reproduire dès que cesserait le soutien fourni par l'appareil plâtré contentif.

Un fait semble toutefois dès aujourd'hui bien établi : c'est que, malgré la dislocation de la colonne,

la moelle et les méninges restent intactes et que, sur le vivant, ces manœuvres ne déterminent aucune paralysie. Aussi MM. Brun et Broca, à Paris, F. Lange, en Allemagne, Ch. Willems et Lambotte, en Belgique, ont-ils fait de ces redressements forcés.

Il est actuellement encore impossible de dire quels seront les résultats définitifs de ces interventions et de préciser dans quelles limites il est permis de compter sur une correction durable de la gibbosité. Un fait est toutefois acquis : c'est que le redressement brusque des gibbosités du mal de Pott est souvent possible et possible sans danger.

II. — Cou.

Goitre exophtalmique. — Si l'ablation des goitres avec exophtalmie, la tumeur comprimant le paquet vasculo-nerveux du cou, est aujourd'hui nettement indiquée, il n'en est pas de même de celle du corps thyroïde dans le goitre exophtalmique proprement dit ou maladie de Basedow. Déjà, dans une revue antérieure[1], nous avons eu l'occasion de parler des tentatives opératoires sur le corps thyroïde ou ses vaisseaux. Les résultats de ces interventions n'ayant pas toujours été parfaits et quelques morts rapides étant survenues à leur suite (Lejars), on a cherché si l'on ne pourrait pas recourir à un autre mode d'intervention. On ne sait pas ce qu'est au juste la maladie de Basedow ; mais quel que soit son siège, dans les centres nerveux, dans la thyroïde ou dans le sympathique, elle emprunte la voie du sympathique cervical pour manifester ses effets au loin. De là est née l'idée de supprimer ce conducteur. C'est ce qu'ont fait Jaboulay et Poncet, à Lyon, Faure, Gérard-Marchant, Quénu à Paris, Jonnesco à Bucarest. L'opération n'a jamais eu de suites fâcheuses ; elle n'a produit aucun trouble trophique, aucune altération d'organe, aucune modification de la vue ni de l'accommodation. Dans tous les cas, il y a eu, nous dit Poncet, diminution immédiate de l'exophtalmie, du goitre et des palpitations. Si, dans quelques cas, l'un de ces trois symptômes, ajoute-t-il, a eu de la tendance à revenir, on a observé, en revanche, de véritables guérisons. Les conclusions du chirurgien lyonnais sont peut-être quelque peu exagérées. Gérard-Marchant et Abadie ont vu chez leur opéré l'exophtalmie reparaître ; Quénu et Chauffard, malgré une résection des deux sympathiques cervicaux, n'ont pas noté la moindre amélioration chez leur malade. Aussi quelques chirurgiens préfèrent-ils encore la thyroïdectomie comme plus sûre dans ses résultats (Doyen, Péan).

[1] Voir, pour les tentatives opératoires antérieurement faites contre le goitre exophtalmique, la *Revue générale des Sciences*, 1895, p. 941.

Peut-être serait-il plus sage, dans cette affection, de s'en tenir au traitement médical. Dans tous les cas, on ne devra recourir à une opération qu'après avoir méthodiquement soigné le malade. Au dernier congrès des médecins allemands, Eulenbourg fit remarquer que l'intervention est souvent inutile. Pour lui, la meilleure méthode est celle qui favorise et régularise l'hématopoièse, la circulation et la nutrition. Tous les moyens qui peuvent tonifier l'organisme en dehors des médicaments, les cures diététiques, l'hydrothérapie, le séjour prolongé dans un climat de haute altitude, même en hiver, tous ces moyens sont recommandables. Enfin, au dire d'Eulenbourg, l'électrothérapie et la psychothérapie peuvent servir d'adjuvants.

III. — Chirurgie abdominale.

1. *Estomac.* — Dès 1894, nous avons signalé dans cette *Revue*[1] les tentatives chirurgicales faites contre l'*ulcère de l'estomac*. De nombreux travaux, en particulier à l'étranger, ont paru depuis cette époque, et, cette année même, la question a été mise à l'ordre du jour de la Société allemande de Chirurgie. Mikuliz, réunissant les statistiques des cliniques de Billroth et de Czerny à la sienne, fait remarquer que les résultats opératoires se sont considérablement améliorés dans ces dernières années. Avant 1891, la résection de l'estomac donnait 39,3 % de mortalité, la gastro-entérostomie 43,5 % et la pyloroplastie 23,8 %. Depuis 1891 la première de ces opérations donne une mortalité de 27,8 %, la gastro-entérostomie de 16 % et la pyloroplastie de 13,2 %. Il n'y a donc pas lieu de se montrer trop réservé, au point de vue de l'intervention opératoire, en face de certains cas rebelles à la médication interne, la mortalité de l'ulcère simple de l'estomac, traité médicalement, variant suivant les statistiques entre 13 et 50 %. Des observations, assez nombreuses aujourd'hui, semblent prouver que les ulcères gastriques peuvent être guéris par une gastro-entérostomie ou par le rétablissement de la perméabilité du pylore, que la sténose de cet orifice soit cicatricielle ou qu'elle soit spasmodique. Il est évident, toutefois, qu'avant d'arriver à une opération on devra avoir suivi tout d'abord un traitement médical rationnel.

Les petites hémorragies souvent répétées, les crises douloureuses rebelles avec vomissements, la périgastrite, la perforation d'un ulcère constituent autant d'indications à une intervention. Dans un cas très complexe d'ulcère de l'estomac, qui avait amené la perforation de l'organe et son

[1] *Revue gén. des Sciences*, 1894, p. 942; voir aussi 1895, p. 688.

adhérence au diaphragme, Henry Delagénière détacha avec l'organe accolé une portion du muscle adhérent au niveau de la perforation, refoula dans la cavité de l'estomac les parties détachées et ferma, par trois plans de suture, les bords de l'invagination qui fut faite de façon à remédier à une malformation de l'estomac affectant la forme d'un sablier.

Les interventions contre le *cancer de l'estomac* se multiplient comme celles contre les ulcères. Au dernier Congrès français de Chirurgie, Kocher (de Berne) a présenté une série de pylorectomies établissant qu'on peut obtenir, sinon des cures définitives, tout au moins des guérisons durables; deux de ses opérations datent déjà, l'une de neuf ans et demi, l'autre de huit ans et demi. Mais pour que l'intervention chirurgicale donne d'aussi bons résultats, il faut qu'elle soit précoce, que le diagnostic soit fait de bonne heure et que l'opération soit immédiatement conseillée par le médecin. Cela commence à arriver en Allemagne et en Suisse; cette année, à la Société de Médecine interne de Berlin, Boas a insisté sur les signes qui permettent de faire un diagnostic précoce, en l'absence de toute tumeur, et sur l'utilité qu'il y a, en pareil cas, à faire opérer immédiatement le malade. Nous sommes malheureusement loin d'atteindre en France un pareil résultat et si, pour notre part, nous avons pu faire, dans de bonnes conditions, une pylorectomie, c'est parce que la malade a refusé de suivre les conseils de son médecin, qui voulait l'envoyer aux eaux. On peut poser en règle presque absolue que le médecin parisien, peu au courant des traitements actuels, n'appelle le chirurgien qu'une fois sa longue thérapeutique épuisée, lorsque le malade est devenu inguérissable et que la chirurgie ne peut agir qu'en recourant à une gastro-entérostomie palliative.

La chirurgie s'est enfin attaquée à des *dyspepsies graves* que l'on a vues guérir à la suite de la gastro-entérostomie, ce que Doyen et Roux expliquent en admettant que le spasme pylorique est la cause des accidents.

Au point de vue de la technique des opérations stomacales, nous devons mentionner un nouveau procédé de *gastrostomie* que nous avons communiqué à la Société de Chirurgie, et plusieurs procédés de *gastro-entérostomie*. Parmi ces derniers nous signalerons celui de Souligoux et celui de Roux (de Lausanne). Celui de Souligoux, publié et présenté en France comme une méthode nouvelle qui évite l'ouverture primitive de l'estomac et de l'intestin, cause d'infection péritonéale, n'est, en somme, que la reproduction, dans ses grandes lignes et avec des variantes dans la technique, des procédés en deux temps de Kni, de Postnikow et de Bastianelli. C'est, à notre avis, un recul en arrière et un procédé bon tout au plus pour les chirurgiens qui ne peuvent se décider à apprendre à faire un surjet. Encore a-t-il l'inconvénient grave d'être quelque peu aveugle et, cette année même, on a pu voir présenter à la Société Anatomique des pièces établissant l'imperfection du procédé, même entre des mains exercées.

Bien plus intéressant est le procédé de Roux. Frappé de ce fait que, dans certains cas, on avait observé un reflux de liquides bilieux dans l'estomac après la gastro-entérostomie, Roux a eu recours à un procédé qu'il décrit sous le nom de procédé en Y. Il consiste à sectionner l'intestin un peu au-dessous du duodénum, à fixer le bout inférieur à la face postérieure de l'estomac et à aboucher latéralement dans ce bout inférieur le bout correspondant à la section juxta-duodénale. Tout reflux de matières dans l'estomac est ainsi rendu impossible, mais l'opération est un peu allongée.

2. *Appendicite.* — La question de l'*appendicite*, que l'on aurait pu croire épuisée après les travaux parus dans ces dernières années, a encore été l'objet de discussions importantes dans nos diverses Sociétés savantes : à la Société de Chirurgie, à la Société médicale des Hôpitaux et à l'Académie de Médecine. Deux points ont été spécialement abordés : *a*, la pathogénie; *b*, le traitement.

a. Nous avons déjà, dans notre dernière revue [1], exposé la théorie du vase clos, si brillamment défendue par le Professeur Dieulafoy. Cette théorie a été vivement attaquée par la presque unanimité des membres de la Société de Chirurgie. M. Reclus a tenté de lui substituer la théorie de la stagnation. Les microbes pathogènes exalteraient leur virulence en stagnant dans l'appendice, diverticule ouvert dans un autre diverticule, le cæcum.

A côté de ces appendicites de cause locale, qui représentent la majorité des cas, on admet généralement aujourd'hui des appendicites propagées et des appendicites de cause générale. Les appendicites propagées succèdent à une inflammation qui de l'intestin gagne l'appendice, s'y cantonne, et qui, par suite des conditions spéciales de l'organe, y détermine des accidents spéciaux. Ce sont, en un mot, des appendicites suites d'entéro-colites, soit d'entéro-colites aiguës, soit d'entéro-colites chroniques, pseudo-membraneuses. Bien que contestées par MM. Dieulafoy, Hutinel et Potain, ces appendicites propagées nous semblent indéniables et nous en avons, personnellement, observé plusieurs cas. Elles sont admises aujourd'hui par la plupart des auteurs qui ont écrit sur la question; on a même pu les reproduire expérimentalement en déterminant chez des lapins des entéro-colites par

[1] Voir *Revue gén. des Sciences*, 1896, p. 876.

le gavage avec des viandes putréfiées hachées (Beaussenat).

Les appendicites de cause générale, signalées en particulier à la suite de la grippe par Goluboff, Merklen et d'autres, ne constituent pas une maladie spéciale; la maladie générale n'agit probablement qu'en déterminant une exaltation de la virulence des microbes contenus dans l'appendice, favorisant ainsi simplement le développement d'une appendicite que l'on pourrait décrire comme de cause locale. Ajoutons cependant que Josué a déterminé des lésions inflammatoires de l'appendice chez des lapins par l'inoculation intra-veineuse de cultures de strepto-bacilles.

b. On aurait pu croire tranchée la question du traitement de l'appendicite; il n'en est rien et nous avons vu soutenir à l'Académie de Médecine que l'appendicite peut guérir, dans la proportion de 90 °/₀, par le seul traitement médical. Que certains malades guérissent ainsi, le fait est avéré; mais il est une cause d'erreur très fréquente qui vient réduire à néant les statistiques médicales. Un malade a successivement deux, trois crises bénignes d'appendicite qui toutes guérissent spontanément. Il se trouve porté comme cas de guérison dans trois statistiques médicales successives; finalement, il a une quatrième crise plus grave avec péritonite généralisée, on appelle un chirurgien qui l'opère et n'arrive le plus souvent pas à arrêter la péritonite, le malade meurt. Le médecin conclut que l'opération donne un chiffre de morts considérable, alors que les résultats sont excellents par le traitement médical. En réalité on devrait conclure que si le malade avait été opéré dès sa première ou sa seconde crise, il aurait guéri, et que s'il est mort c'est parce qu'on s'est obstiné à le traiter médicalement et à ne recourir au bistouri qu'une fois la péritonite généralisée déclarée. Aussi le Professeur Dieulafoy conclut-il à l'appel immédiat d'un chirurgien dès que le diagnostic d'appendicite vraie est posé, se fondant sur ce qu'il est impossible, dans l'immense majorité des cas, de savoir à l'avance si elle sera bénigne ou grave, si elle aura une marche lente, aiguë ou suraiguë, si la péritonite sera diffuse ou localisée. C'est, en somme, la prudence qui commande d'avoir immédiatement recours aux grands moyens.

3. *Exclusion de l'intestin*. — Dans certains cas de néoplasmes inopérables ou de lésions inflammatoires chroniques, avec fistules siégeant sur le gros intestin, la thérapeutique est impuissante. L'entéro-anastomose peut être commandée par l'existence d'un rétrécissement, mais elle n'empêche pas la portion intestinale malade de continuer à être irritée par le contact des matières qui circulent dans l'intestin. Aussi, dès 1891, Salzer (d'Utrecht) a-t-il eu l'idée de séparer, sans l'enlever, la portion intestinale malade du bout central et du bout périphérique de l'intestin, réunissant ces deux bouts l'un à l'autre, et pratiquant ainsi l'exclusion du segment malade. Celle-ci peut être faite sur une anse d'intestin fistuleuse ou sur une anse partout fermée.

Bien que des expériences sur le chien aient établi que l'on pouvait pratiquer l'exclusion complète de l'anse exclue sans déterminer le moindre trouble dans la santé de l'animal, les chirurgiens ont, en général, redouté soit une intoxication par suite de la décomposition des matières intestinales emprisonnées dans l'anse exclue, soit une ulcération de l'intestin due à la stagnation des matières, soit simplement la transformation de l'anse en kyste. Aussi, en l'absence de large fistule préexistante, Hochenegg, Rudolf Frank, ont-ils fixé à la peau les deux bouts de l'anse exclue. C'est la pratique généralement adoptée. Et, tout récemment, Heydenreich, réunissant les diverses observations publiées, est arrivé à cette conclusion que l'exclusion de l'intestin ne doit être tentée qu'avec l'établissement d'une fistule, qu'on peut fermer ultérieurement, si la sécrétion est minime, réalisant alors l'exclusion totale en deux temps.

4. *Rectum*. — Dans ces dernières années, les tentatives opératoires, faites pour enlever les cancers du rectum, se sont multipliées. L'opération de Kraske, imaginée d'abord dans le but de conserver les fonctions du sphincter, n'est plus regardée aujourd'hui que comme une voie d'accès. Elle convient aux cancers de la portion intra-péritonéale du rectum. Pour les cancers situés plus haut, on a recours à des opérations combinées, soit abdomino-sacrée, soit abdomino-péritonéale, terminant l'opération par la suppression totale du bout inférieur et la formation d'un anus iliaque définitif quand une bonne suture est impossible à établir.

IV. — Gynécologie.

1. *Hystérectomie abdominale totale*. — Dans les revues annuelles que nous avons publiées, nous avons montré, se dessinant de plus en plus chaque année, l'évolution des chirurgiens vers la suppression complète du pédicule après l'hystérectomie abdominale. Cette évolution, due principalement aux chirurgiens américains, est aujourd'hui un fait accompli. Suppression de tout moignon, ligature isolée des vaisseaux, sont deux points qui semblent acquis. On les retrouve dans tous les nouveaux procédés d'hystérectomie, ceux de Doyen, de Richelot, de Segond et le nôtre. Seul M. Routier préconise encore des ligatures en masse sur les ligaments larges.

2. *Traitement des annexites.* — Une communication de M. Richelot à la Société de Chirurgie, sur l'hystérectomie abdominale totale, comme complément de l'ablation des annexes dans certains cas, a été le point de départ d'une longue discussion. A peu près seul, nous avons défendu cette opinion que, dans tous les cas où l'on est amené à enlever les annexes des deux côtés, il y a intérêt à enlever en même temps l'utérus. Cette pratique a été défendue par notre élève Audiau dans sa thèse. Elle vient d'être reprise au Congrès de Moscou et défendue éloquemment par un autre de nos anciens élèves, M. Jonnesco, professeur à Bucarest. Nous avons la conviction que la plupart des chirurgiens y viendront d'ici à quelques années. La seule indication de l'hystérectomie vaginale, en dehors des cas extrêmement rares, où l'on enlève l'utérus pour drainer plus facilement des collections suppurées multiples, indication qui ne se présente pas dans plus de 2 °/₀ des cas, est une indication d'ordre tout à fait spécial, et qui n'a rien à voir avec la science. Elle réside dans la nécessité pour certaine catégorie de femmes de conserver une paroi abdominale indemne de toute cicatrice. Les perfectionnements considérables apportés dans ces dernières années à l'opération abdominale, lui assurent dès actuellement une supériorité manifeste toutes les fois que l'argument cosmétique n'est pas en jeu.

3. *Opothérapie ovarienne.* — Dans ces dernières années, les chirurgiens, notant les suites de leurs opérations, ont constaté que bien des femmes souffraient, après la castration bilatérale, de troubles liés à la ménopause prématurée (vertiges, céphalée, sensations brusques de chaud et de froid, sudations subites, palpitations et autres accidents nerveux). Les publications de Brown-Séquard sur les effets de l'opothérapie testiculaire conduisirent les gynécologues à expérimenter, dans ces cas, l'opothérapie ovarienne. Dès 1895, Chrobak, de Vienne, fit prendre de la substance ovarique à une malade qui, depuis une castration bilatérale faite plusieurs années auparavant, souffrait d'accidents multiples liés à sa ménopause prématurée. La malade prit du tissu d'ovaire de génisse, dégraissé, haché menu, à la dose de 1 gr. 5 à 2 grammes par jour. Le résultat ne fut pas concluant. Chrobak pensa que les résultats seraient peut-être plus nets si l'on administrait des ovaires de vache en pleine activité sexuelle ; les résultats furent bons. En France ces tentatives furent surtout poursuivies par Jayle ; les résultats auraient été bons. En tout cas, il y a là une médication sans danger à tenter dans les cas de troubles nerveux consécutifs à la castration.

V. — Brûlures.

La question du traitement des brûlures nous semble devoir être abordée dans cette revue, un accident récent nous ayant montré que les pratiques antiseptiques de notre époque étaient encore quelque peu délaissées par bon nombre de médecins et même de chirurgiens, lorsqu'ils se trouvaient en présence de brûlés. Les applications de corps gras, de liniments, tels que le liniment oléo-calcaire, ont encore leurs adeptes.

L'inflammation, les douleurs, les suppurations abondantes semblent encore, pour quelques-uns, la conséquence nécessaire des brûlures, alors que tous ces accidents peuvent être parfaitement évités, si l'on veut bien considérer les brûlures comme toute autre lésion traumatique récente et les traiter comme une plaie fraîche. Dès 1889, nous appliquions aux brûlures les méthodes antiseptiques et en observions les bons effets. Nos observations étaient restées inédites lorsque la question fut reprise et bien étudiée dans une thèse très documentée, celle de Wilbouschevitch. Cette année, la question vient d'être étudiée en Allemagne par Tschmarke, qui exposa la pratique de Sonnenburg.

La pratique suivie par Wilbouschevitch, celle de Sonnenburg, la nôtre, bien que formulées isolément et à l'insu chacun de celle des deux autres, sont identiques, à part quelques points de détail. Toutes trois reposent sur cette notion qu'une brûlure doit être considérée comme une plaie fraîche, capable d'être contaminée par les différentes espèces de microorganismes pyogènes.

Le premier point est la désinfection de la plaie et des téguments voisins, soit avec de l'eau savonneuse et de l'acide borique, soit avec une solution de sublimé, n'hésitant pas, dit Wilbouschevitch, à donner du chloroforme dans le cas où ce nettoyage serait douloureux et devrait être pratiqué sur des surfaces étendues. On essuie alors la plaie avec de la gaze ou de l'ouate stérilisée, et l'on panse avec de la gaze iodoformée, qu'on recouvre d'un tissu absorbant (gaze, coton hydrophile, etc.).

Lorsque les couches superficielles sont imbibées de sérosité, on les remplace sans toucher à la gaze iodoformée, qui est au contact même de la brûlure.

Ce traitement s'applique non seulement aux brûlures des premier et deuxième degrés, mais à toutes les brûlures, quelle que soit leur profondeur.

Lorsque les brûlures sont étendues, il est, croyons-nous, bon de soumettre les malades, pendant les premiers jours, au régime lacté, pour éviter les complications intestinales ou rénales que l'on a si souvent observées.

Dr H. Hartmann,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine,
Chirurgien des Hôpitaux.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Markoff (A. A.), *Professeur à l'Université de Saint-Pétersbourg, Membre de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg.* — **Differenzenrechnung.** (*Deutsche Uebersetzung von* T. Friesendorff, *und* E. Prümm, *mit einem Vorworte von* R. Mehmke.) — 1 *vol. in*-8° *de* 194 *pages avec fig.* (*Prix :* 8 *fr.* 75.) *B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1897.

Il s'agit d'une traduction allemande, faite par MM. Friesendorff et Prümm, de l'ouvrage consacré par le mathématicien russe, M. Markoff, au calcul des différences finies. Une préface a été ajoutée par M. Mehmke, professeur à l'Ecole technique supérieure de Stuttgart.

Le calcul des différences finies est relativement négligé en France depuis l'époque déjà lointaine des Ampère, Cauchy, Prony, Lacroix. Il ne faut pas s'exagérer l'importance et l'avenir de cette branche de la Science. On doit cependant reconnaître qu'elle est extrêmement précieuse dans les calculs numériques (Astronomie, Physique) et tient de près à des parties très élevées et très ardues de l'Analyse. La sagacité des géomètres a bien de quoi s'y exercer.

M. Markoff parle d'abord de l'interpolation (formules de Newton, Taylor, Lagrange); il explique, avec exemples à l'appui, l'usage des tables numériques; il s'en sert pour évaluer certaines intégrales définies (formules de Cotes, Simpson, Gauss), quelquefois au moyen des fractions continues (recherches récentes de Stieltjes). On aborde ensuite le calcul inverse des différences finies. Il est employé à l'évaluation de certaines sommes (formules d'Euler, Wallis, Stirling) simples ou doubles, ce qui permet souvent de transformer une série faiblement convergente en une série rapidement convergente. Le tout est encore accompagné d'exemples numériques détaillés.

Ces très brèves indications suffiront pour faire apprécier la richesse des matières traitées par le savant russe.

Léon Autonne,
Maître de Conférences de Mathématiques à l'Université de Lyon.

Petersen (Julius), *Professeur à l'Université de Copenhague, Membre de l'Académie royale des Sciences.* — **Théorie des Equations algébriques** (*Traduction de* M.-H. Laurent, *Examinateur d'admission à l'Ecole Polytechnique*). — 1 *vol. in*-8° *de* 350 *pages.* (*Prix :* 10 *fr.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1897.

M. Laurent a fait une œuvre utile en publiant l'*édition française* du traité d'Algèbre de M. Petersen. Comme tous les travaux du savant professeur de Copenhague, cet ouvrage est tout à fait remarquable par la clarté de l'exposition et par les méthodes parfois si simples et si originales.

La *Théorie des équations algébriques* comprend cinq parties :

La première est consacrée aux *équations en général :* elle renferme les chapitres suivants : propriétés générales des équations algébriques; relations entre les coefficients et les racines; sur l'élimination; transformation des équations.

La deuxième partie traite de la *solution algébrique des équations :* équations du 3e et du 4e degré, équations binomes, équations abéliennes. L'équation du 5e degré fait l'objet d'un chapitre spécial dans lequel l'auteur démontre l'impossibilité de résoudre algébriquement cette équation en suivant la méthode de Galois, légèrement modifiée.

Cette partie contient, en outre, quelques développements sur une importante question que l'on ne rencontre guère dans les traités d'Algèbre. C'est la théorie des équations résolubles à l'aide de racines carrées, avec la condition nécessaire et suffisante pour qu'un problème puisse être résolu au moyen de la règle et du compas. Ce chapitre a été rédigé d'après la thèse de doctorat soutenue par M. Petersen en 1871.

Dans la troisième partie, consacrée à la *résolution numérique des équations*, l'auteur expose d'abord les principaux théorèmes relatifs à la séparation des racines, puis il donne les différentes méthodes pour le calcul des racines d'une équation numérique.

La quatrième partie contient la *théorie des substitutions* de lettres et des équations algébriques d'après Abel et Galois.

Enfin, dans la cinquième partie, on trouve un exposé entièrement nouveau de la *théorie des formes binaires*. Ce chapitre ne figurait pas dans l'édition originale.

H. Fehr,
Privat-docent à l'Université de Genève.

2° Sciences physiques

Houdaille (F.), *Professeur à l'Ecole nationale d'Agriculture de Montpellier.* — **Mesure du coefficient de diffusion de la vapeur d'eau dans l'atmosphère et du coefficient de frottement de la vapeur d'eau.** (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *br. in*-4° *de* 95 *pages avec* 3 *planches. Imprimerie Ch. Boehm. Montpellier*, 1897.

La plupart des questions que l'ancienne Physique considérait comme résolues nous apparaissent aujourd'hui complexes et difficiles; il y a un véritable intérêt à reprendre, dans un esprit moderne, l'étude des phénomènes sur lesquels les physiciens d'autrefois nous ont laissé des documents importants certes, mais non pas des résultats aussi définitifs qu'ils le supposaient.

L'évaporation des liquides est précisément l'un de ces sujets qui ont été rajeunis par des travaux récents : Stephan, Winkelmann et d'autres ont montré quels liens intimes rattachent cette question aux idées actuelles sur la constitution des liquides et des gaz; outre leur importance pratique possible, des recherches expérimentales sur l'évaporation peuvent conduire à des conséquences théoriques intéressantes.

M. Houdaille, dans sa thèse, n'a examiné qu'un point particulier mais bien défini; il mesure la constante de diffusion de la vapeur d'eau dans l'air atmosphérique; cette constante est définie comme la masse de la vapeur qui, dans l'unité de temps, traverse l'unité de surface d'une tranche gazeuse quand la pression de la vapeur d'eau varie d'une unité par unité de longueur comptée dans le sens de la diffusion, le mélange d'air et de vapeur ayant partout la même pression. Un procédé direct imaginé par l'auteur le conduit à une détermination précise. D'autre part, la théorie cinétique des gaz permet de calculer la même constante en fonction des coefficients de frottement de l'air et de la vapeur d'eau; M. Houdaille a effectué pareillement la mesure de ces coefficients, et la valeur ainsi calculée diffère peu de celle qui lui a été assignée par sa détermination directe.

Lucien Poincaré,
Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

Villavecchia (Vittorio). — **Annali del Laboratorio chimico centrale delle Gabelle.** (Vol. III.) — 1 *vol. in*-8° *de* 240 *pages avec figures. G. Bertero, éditeur. Rome*, 1897.

Moissan (Henri), *Membre de l'Académie des Sciences.* — **Le Four électrique.** — 1 *vol. in-8° de 385 pages avec figures. (Prix : 15 fr.) G. Steinheil, éditeur, 2, rue Casimir-Delavigne. Paris*, 1897.

M. Moissan a réuni, dans un livre ayant pour titre « le Four électrique », l'ensemble des beaux travaux qu'il a publiés depuis six ans sur cet appareil et ses applications.

L'ouvrage commence par la description des modèles de fours électriques qu'a inventés M. Moissan et qui ont pour caractères spéciaux : 1° la matière n'y est pas en contact avec la vapeur de carbone ; ce sont des fours à réverbère ; 2° l'action électrolytique du courant est nettement séparée de l'action thermique. Vient ensuite l'étude de la cristallisation des oxydes métalliques produite « par simple élévation de température »... Il faut dire que la température peut atteindre 3.500°. Cela explique qu'il ait été également possible de réaliser la volatilisation des métalloïdes et des métaux regardés jusqu'alors comme réfractaires ; ce sujet termine le premier chapitre.

Le chapitre suivant est relatif aux recherches sur les différentes variétés de carbone : carbone amorphe, à divers états de polymérisation, graphites naturels et artificiels, graphite foisonnant, enfin diamant noir et diamant transparent sous les différents aspects où on le rencontre dans la nature. C'est dans ce chapitre que sont exposées toutes les expériences qui ont eu un si grand retentissement et d'où M. Moissan a conclu, entre autres faits, que le carbone peut être amené à l'état liquide sous l'action de très fortes pressions et que le carbone liquide devient transparent et se solidifie en cristallisant ou quelquefois en restant amorphe comme certains diamants à formes arrondies du Cap ou du Brésil.

Le chapitre III traite de la préparation au four électrique d'un grand nombre de corps : chrome, manganèse, molybdène, tungstène, uranium, vanadium, zirconium, titane, silicium, aluminium ; à propos du dernier métal sont examinées deux questions très importantes au point de vue industriel : impuretés de l'aluminium et nouvelles méthodes de préparation des alliages de ce corps.

Dans le chapitre IV sont décrites de nouvelles séries de composés binaires : carbures, siliciures et borures ; les carbures sont ceux de calcium, baryum, strontium, cerium, lanthane, yttrium, thorium, aluminium, manganèse, uranium. L'étude du carbure de calcium est particulièrement développée, et M. Moissan a reproduit avec détails les résultats de ses nouvelles recherches sur la fabrication de ce corps. La décomposition des carbures par l'eau a amené l'auteur à une nouvelle théorie de la formation des pétroles ; l'exposé de celle-ci est suivi de l'étude des siliciures de fer, de chrome et de carbone, puis de celle des borures de fer, de nickel, de cobalt et de carbone.

Chaque question est suivie d'une conclusion qui permet d'en bien saisir les points les plus importants. L'ouvrage se termine par une bibliographie des travaux de M. Moissan sur le four électrique : il n'y a pas moins de soixante notes publiées aux *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* et de dix-huit mémoires publiés aux *Annales de Chimie et de Physique.*

Ces chiffres montrent quel service la réunion en un seul volume de tous ces travaux est appelée à rendre à ceux qui marchent dans la voie, si importante pour la Science et l'Industrie, qu'a ouverte M. Moissan et qu'il a déjà marquée de tant de découvertes.

P. Jannettaz,
Répétiteur de l'École Centrale.

Fabry (Charles), *Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Marseille.* — **Les Piles électriques.** — 1 *vol. in-16 de 170 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris*, 1897.

Manceau (E.), *Professeur au Collège d'Epernay.* — **Sur le tannin de la Galle d'Alep et de la Galle de Chine.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *vol. in-4° de 148 pages. Imprimerie du Courrier du Nord-Est. Epernay*, 1897.

Malgré les recherches fort nombreuses dont le tannin a été l'objet, — l'auteur en cite plus de 260 dans sa thèse, — on peut bien dire que cet important principe naturel est encore mal connu. Cela tient surtout à ce que, le tannin n'existant pas à l'état de liberté dans les noix de galle, on avait pris jusqu'ici pour du tannin pur ce qui n'était qu'une combinaison particulière de ce corps.

Une fois ce point établi, M. Manceau a recherché une bonne méthode de préparation du tannin. Il y est arrivé par l'étude soigneuse des tannates métalliques. Il a reconnu que la richesse en tannin de toutes ces combinaisons varie suivant les circonstances dans lesquelles on les prépare, suivant la proportion des corps réagissants, la dilution, la température, la présence de certains corps étrangers et surtout des acides. Ces variations expliquent les résultats discordants publiés sur la composition des tannates, l'impossibilité, dans certaines méthodes de dosage, d'évaluer exactement le tannin, etc.

Tous les tannates de M. Manceau appartiennent à deux types. Les uns, insolubles ou presque insolubles, sont obtenus en présence d'un grand excès de base et répondent à la formule générale : $C^{14}H^{8}O^{9}M, 5\ MO$. Ils subissent une sorte de dissociation sous l'influence des dissolvants et sont ainsi ramenés vers le second type : $C^{14}H^{8}O^{9}Mn$. Ces deux formules s'accordent avec celles du tannin, si l'on admet pour ce dernier corps la constitution suivante :

$$C^{6}H^{2}(OH)^{3} - CO^{2}H - O - CO\backslash OH)^{3} - C^{6}H^{2}$$

qui résulte des travaux de Schiff et de Trimble.

C'est en s'appuyant sur les propriétés des tannates métalliques que M. Manceau prépare le tannin dans un état de pureté qui n'avait pas encore été atteint. Sa méthode est basée sur le principe suivant : quand on traite un tannate par un volume de liquide insuffisant pour le dissoudre, le rapport $\frac{\text{base}}{\text{tannin}}$ dans la solution est toujours plus faible que dans le résidu. Il s'ensuit que, par des traitements successifs, on peut obtenir des produits de pureté croissante. Celui à 98-99 % de tannin vrai est assez facile à atteindre ; par de nouveaux traitements, on pourrait encore augmenter sa teneur.

M. Manceau termine son étude par l'exposé d'un nouveau procédé de dosage, applicable aux solutions diluées (vins, etc.), et des recherches sur la combinaison que donne le tannin avec la gélatine. Ces derniers chapitres, très intéressants au point de vue du collage et de la manipulation des vins, seront surtout lus par les technologistes, mais, par son ensemble, la thèse de M. Manceau se recommande à tous ceux qui s'occupent de l'étude des principes naturels et de l'analyse immédiate.

Gabriel Bertrand,
Préparateur de Chimie au Muséum.

3° Sciences naturelles

Perrier (Edmond), *de l'Académie des Sciences, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.* — **Traité de Zoologie.** *Fascicule IV :* **Vers** (*suite*). **Mollusques.** — 1 *vol. in-8° de 800 pages avec 566 figures. (Prix : 16 fr.) Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1897.

M. Edmond Perrier poursuit son travail véritablement gigantesque d'érudition et de patience où le lecteur français trouve les données de la Zoologie moderne présentées avec ce relief spécial que leur donnent les idées personnelles de l'auteur. Le quatrième fascicule, très volumineux, pourrait paraître conçu sur un plan un peu différent des précédents, car les Vers (ce mot étant pris au sens large habituel), qui en occupent la

plus grande partie, sont traités classe par classe, et avec un grand luxe de détails. Cette méthode s'explique d'elle-même par la grande diversité des types compris sous cette dénomination de Vers. Nous pensons même que, dans un ouvrage didactique qui n'est pas formellement un traité d'Anatomie comparée, elle offre des avantages sur celle qui consiste à envisager en bloc tout un embranchement, comme cela a été fait pour les Mollusques. L'étudiant, qui a déjà à sa disposition des manuels d'Anatomie comparée, n'est pas hostile à un procédé d'exposition où la Taxonomie joue un rôle important. Dans ce cas particulier, on jugera avec intérêt de l'aspect inattendu sous lequel des groupes réputés très homogènes, comme les Oligochètes ou les Hirudinées, se présentent au zoologiste qui n'a pas suivi les travaux publiés depuis les derniers traités classiques.

Dans l'application que M. Perrier fait aux Vers annelés de sa théorie des colonies animales, il est important, pour ne pas être amené à des interprétations qui ne sont pas dans l'esprit de l'auteur, de ne pas perdre de vue que les dénominations fréquemment employées, telles que mérides, zoïdes et dèmes, représentent des étapes d'un processus d'évolution, et non pas des êtres rigoureusement homologues ; ainsi une Annélide à l'état de zoïde peut passer brusquement à l'état de dème si elle est en voie de scissiparité ; d'autre part, si la Sangsue est un *dème*, comme M. Perrier l'expose actuellement, cela ne l'empêche pas d'être homologue à une Arénicole qui n'est qu'un zoïde, et cependant n'en diffère guère. Il faut se garder de voir dans l'application de ces termes toute la doctrine de M. Perrier : elle ne constitue, à mon avis, qu'un procédé abréviatif d'exposition. La méthode elle-même ressort principalement des chapitres où est traitée l'embryogénie de chaque groupe : c'est là que l'on saisit, en général, les raisons qui ont déterminé, aux yeux de l'auteur, les affinités des classes entre elles et le sens de l'évolution dans l'intérieur des classes. Citons, comme particulièrement importants et suggestifs, les chapitres relatifs au développement des Annélides et à celui des Trématodes.

La classification adoptée, dans son ensemble, est plus classique que révolutionnaire. Elle ne peut guère étonner quiconque n'est pas attaché sans retour aux anciens systèmes, que par un petit nombre de dénominations ; par exemple le mot *Ver* est pris dans un sens restreint, qui exclut non seulement les Némathelminthes, mais aussi les Rotifères, Bryozoaires et Brachiopodes, qui forment ensemble un nouvel embranchement, celui des Lophostomés. Certains zoologistes peuvent être étonnés par la série des Chitinophores, ou choqués par le rapprochement, pourtant bien lâche, des Némathelminthes avec les Arthropodes ; mais aucun ne se résoudrait certainement, pour ressusciter le groupe des Vers, à rapprocher les Némathelminthes des Vers annelés et à démanteler cette magnifique série des Néphridiés qui commence aux Rotifères et finit aux Vertébrés.

Puisqu'il reste encore un important fascicule, dont nous souhaitons l'apparition prochaine, notre excellent maître nous permettra bien d'émettre le vœu que, dans son œuvre magistrale, une part un peu plus large soit faite à l'exposé de ses idées personnelles sur l'enchaînement des formes à l'intérieur des grands groupes. Ces développements seraient certainement des mieux accueillis par bien des zoologistes, très attachés aux doctrines transformistes, mais qui, pour des raisons variées, conçoivent autrement certaines affinités et n'ont pas connaissance des explications que donne dans son enseignement oral le savant professeur du Muséum.

F. Bernard,
Assistant au Muséum.

Hirth (Georges). **Les Localisations cérébrales en Psychologie.** (*Traduit de l'allemand par* Lucien Arbéat.) — 1 *vol. in*-18 *de* 133 *pages.* (*Prix : 2 francs.*) *Alcan, éditeur. Paris*, 1897.

Le mémoire de M. Hirth comprend deux parties distinctes : dans la première, il s'attache à déterminer les modifications que doit entraîner dans notre conception des fonctions mentales l'idée de la spécialisation et de l'indépendance relative des divers centres cérébraux ; dans la seconde, il applique à un cas particulier, la théorie de l'attention, les lois à la fois psychologiques et physiologiques, auxquelles permet d'aboutir l'étude des localisations cérébrales et des relations d'interdépendance, qui unissent entre eux les divers « systèmes d'application », c'est-à-dire les divers groupes d'idées, unies étroitement l'une à l'autre, qui s'excitent ou s'inhibent réciproquement. Pour M. Hirth, le fait qui domine toute la Psychologie moderne, c'est cette indépendance relative des aires fonctionnelles cérébrales que les travaux des physiologistes et des médecins ont mise en lumière. D'une part, chaque système sensoriel est en quelque mesure isolé du reste de l'organisme nerveux et vit de sa vie propre, de telle sorte qu'à vrai dire nous avons une âme visuelle, une âme tactile, une âme auditive, qui existent chacune pour elle-même et par elle-même et se suffisent presque chacune à soi seule ; d'autre part, dans un même système sensoriel, il y a entre les organes centraux et les organes périphériques, qui fonctionnent d'ordinaire harmoniquement, une certaine inégalité parfois de développement et ainsi une sorte d'indépendance. Le développement mental ne se fait donc pas en série linéaire, mais simultanément en un grand nombre de séries parallèles. Chacun de ces « organes complexes », en lesquels le système nerveux se peut diviser, à, chez un individu donné, son tempérament propre, sa façon à lui de réagir sous l'influence des excitations qui lui viennent, soit des appareils sensoriels, soit des appareils de la vie végétative, et le tempérament de l'individu résulte de l'équilibre qui s'établit, par un jeu d'actions et de réactions, entre ces divers tempéraments, et la liaison plus ou moins étroite ou la disconnexion plus ou moins grande qui existe entre tels et tels centres déterminés permet de se rendre compte des particularités des divers caractères — ou tout au moins de certains d'entre eux. Il se fait, au reste, entre les différents territoires nerveux et les différentes mémoires dont ils sont le siège, des associations fonctionnelles qui varient d'un homme à l'autre et réagissent à leur tour les unes sur les autres. Lorsqu'elles deviennent tout à fait stables, l'automatisme se substitue à la volonté qui ne demeure pleinement consciente que lorsque l'engrènement est encore imparfait entre deux systèmes ou les parties composantes d'un même système. On voit que la conscience n'est pas nécessaire à l'accomplissement des actes même les plus compliqués. Il y a, dans les centres perceptifs ou moteurs, une sorte d'attention ou plutôt de « tension » continue, et c'est grâce à l'activité coordonnée, encore que non perçue, de nos systèmes d'application que se font en nous lentement nos pensées qui ne nous apparaissent que toutes formées et déjà adultes. Dès que les connexions, d'autre part, se rompent trop complètement entre les divers centres ou bien entre les organes centraux et les organes périphériques, la conscience est abolie ou, du moins, la claire conscience, la maîtrise de la pensée. Le moi ne peut subsister que par l'apport incessant des sensations du dehors et par l'apparition sentie de ces états de conscience périphériques aux souvenirs. Mais si ces deux séries d'états de conscience se dissocient à tel point qu'elles ne s'opposent plus, il se fait dans le moi une sorte de division et nous sommes distraits. A vrai dire, nous le sommes toujours en quelque mesure. Quelques-uns de nos états de conscience restent toujours sans se relier aux autres, nous ne saurions à la fois être sans cesse présents partout ni attentifs à toutes choses au même degré et, d'autre part, l'activité d'une région cérébrale inhibe celle des autres régions et ne permet plus aux représentations qui y ont leur siège d'atteindre une intensité suffisante pour qu'elles soient nettement perçues. Mais on peut entendre aussi par distraction un phénomène inverse de celui-là : l'immixtion, dans un courant de pensées, d'idées étrangères qui nous entraînent loin du but où

nous voulions aller et, lorsque cela se produit, la cause en est à l'affaiblissement des associations qui unissent les représentations de la première série, et cet affaiblissement peut résulter de la fatigue ou être d'origine pathologique. Souvent la distraction est un repos : elle permet à l'esprit de se détendre et de se refaire, d'opérer dans la sub-conscience le travail qu'il ne pouvait plus accomplir consciemment. Mais elle peut résulter aussi du besoin qu'éprouvent d'entrer en activité des centres trop longtemps inhibés par le fonctionnement énergique et contenu du « système d'application » où se résume un *moi* à un instant donné; de là ce paradoxe que l'attention est plus aisée, mais aussi les distractions plus fréquentes chez un homme dont le cerveau actif et bien nourri a une surabondance de vitalité. Quant aux formes de distraction persistante et systématique, qui révèlent un caractère pathologique et apparaissent principalement dans l'hystérie, M. Hirth ne pense pas qu'il les faille expliquer par un « rétrécissement du champ de la conscience », mais par la rupture d'une chaîne d'associations, la chute d'un anneau; une lacune véritable se produit dans notre vie mentale, il n'importe pas que nous en ayons ou non conscience.

Nous avons essayé de rendre fidèlement la pensée de l'auteur, nous n'osons nous flatter d'y avoir toujours réussi; elle est flottante et confuse parfois, nous y avons introduit peut-être une précision arbitraire et nous avons distingué avec plus de netteté qu'il ne le fait les divers types de distraction. Mais si ce mémoire prête aux mêmes objections que les autres travaux de M. Hirth, si la composition en est lâche et la langue souvent obscure, si des idées connues s'y revêtent quelquefois, grâce à une terminologie spéciale, d'une illusoire apparence de nouveauté, il convient de signaler l'ingéniosité et la justesse de la plupart des vues qui y sont émises et la fine sûreté de quelques analyses. Ce sont, au reste, plutôt des « notes de Psychologie » qu'un travail achevé.

L. Marillier,
Agrégé de l'Université.

4° Sciences médicales

Fuchs (E.), *Professeur ordinaire d'Ophtalmologie à l'Université de Vienne.* — **Manuel d'Ophtalmologie.** 2e *édition française, traduite par* MM. C. Lacompte *et* L. Leplat. — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 860 *pages avec* 221 *figures.* (*Prix : 25 fr.*) *G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris,* 1897.

Lorsque nous avons présenté aux lecteurs de la *Revue* la première édition française, aujourd'hui épuisée, de l'ouvrage de M. Fuchs, nous avions fait prévoir le succès de ce livre qui reflétait l'enseignement pratique de l'éminent professeur de Vienne.

Cette seconde édition française, traduite sur la cinquième édition allemande, — la première date seulement de 1890, — est présentée avec beaucoup de soins par les traducteurs, MM. Leplat et Lacompte, et par les éditeurs Carré et Naud. Elle est donc appelée à avoir autant de succès que la première.

D'importantes modifications ont été apportées à différents chapitres de la pathologie oculaire, modifications qui étaient imposées par les progrès incessants de la science ophtalmologique. L'auteur a cependant maintenu la division en grand et petit texte qu'il avait défendue avec chaleur dans la préface de la première édition.

Les principes fondamentaux de l'Ophtalmologie, que doivent connaître tous les étudiants, sont en grands caractères. Le petit texte est réservé à l'explication approfondie des différents chapitres, aux discussions théoriques d'un intérêt général et à des conseils utiles au praticien.

Cette division, qui paraît très ingénieuse au premier abord, nous a semblé présenter quelques inconvénients qui apparaissent lorsqu'on relit souvent le livre de M. Fuchs, comme nous l'avons fait. Je ne parle pas du travail considérable que cette division a dû demander à l'auteur, ni des redites qu'elle entraîne forcément. Mais il nous semble que certains chapitres en grand texte seraient insuffisants, même pour des étudiants commençants, s'ils n'étaient pas tout de suite complétés par le petit texte. Pour ne citer qu'un exemple, l'étude étiologique de la conjonctivite catarrhale ne serait pas entièrement exacte, si un commentaire en petit texte ne venait pas immédiatement expliquer les propositions contenues dans le grand texte. Aussi nous donnons le conseil à tous les lecteurs de lire avec soin l'une et l'autre partie de ce livre si instructif.

Parmi les chapitres nouveaux, il faut citer une description très claire de la kératoscopie de Cuignet. Cette méthode d'examen objectif de la réfraction, si pratique et que tous les médecins devraient connaître et appliquer, n'a pas été immédiatement acceptée en Allemagne; mais aujourd'hui elle est devenue classique et, à ce titre, elle devait figurer dans le livre de M. Fuchs.

Toutes les nouvelles conquêtes de la Bactériologie, particulièrement dans le chapitre des conjonctivites, ont été consignées avec soin. D'une façon générale d'ailleurs, une importance très grande est accordée dans ce livre aux affections du segment antérieur de l'œil, que tous les médecins peuvent diagnostiquer et qu'ils devraient savoir traiter. Les maladies du fond de l'œil ne sont pas sacrifiées et, dans la dernière édition le chapitre qui leur est consacré a été beaucoup augmenté.

En terminant, qu'on nous permette de signaler le chapitre des troubles de la motilité, d'ailleurs peu modifié, et qui est un modèle de clarté. On sait combien il est difficile de comprendre la position des images diplopiques dans les diverses paralysies oculaires; l'ingénieuse méthode de Fuchs fait comprendre rapidement et permet de retenir facilement la position de ces images.

Dr De Lapersonne,
Doyen de la Faculté de Médecine de Lille.

Duplay (Simon), *Professeur de Clinique chirurgicale à la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Académie de Médecine.* — **Cliniques chirurgicales de l'Hôtel-Dieu,** *recueillies et publiées par MM.* M. Cazin *et* S. Clado. — 1 *vol. in*-8° *de* 400 *pages avec figures.* (*Prix : 7 fr.*) *Masson et* Cie, *éditeurs. Paris,* 1897.

Les leçons cliniques de M. le professeur Duplay se distinguent des publications similaires, en ce qu'elles ne sont pas seulement œuvre d'érudition, mais surtout œuvre d'observation. Le malade y est étudié avec scrupule; son cas est examiné avec une méthode rigoureuse; le problème du diagnostic est posé avec clarté et résolu avec précision; les indications thérapeutiques sont discutées avec impartialité. C'est en somme, entreprise par M. Duplay, la restauration de la méthode des anciens cliniciens, ses prédécesseurs dans cette chaire de l'Hôtel-Dieu, avec, en plus, toutes les ressources de l'investigation moderne, dont il n'est utilisé que ce qui intéresse directement le malade en examen. Aussi ne rencontre-t-on pas, dans ce livre, les digressions brillantes, les bibliographies touffues : et c'est tout bénéfice pour l'élève qui retient et assimile plus aisément la substance de leçons où sont rassemblées, à propos de chaque cas, les notions essentielles à connaître.

Citons parmi les cliniques les plus importantes publiées dans ce volume qui résume l'enseignement de l'année 1896 : *Diagnostic et traitement des kystes branchiaux; De la cure radicale des hernies; Hydronéphrose intermittente infectée; Traitement palliatif des cancers inopérables de l'utérus; De la périarthrite scapulo-humérale; Tuberculose rétro-calcanéenne; Doigt à ressort,* etc. Il y a là toute une série de questions à l'ordre du jour, abordées avec une originalité de vues et de procédés qui en rend la lecture particulièrement attachante.

Dr Gabriel Maurange.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 Septembre 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Celier** étudie les fonctions bésséliennes $O^n(x)$ et $S^n(x)$ et en donne le développement par sommations. — M. **Paul Serret** montre que la courbe de Steiner est une hypocycloïde à trois rebroussements et que les foyers de trois quelconques des paraboles inscrites aux quadrilatères, déterminés par cinq tangentes de la courbe, sont trois points en ligne droite.

2° Sciences physiques. — M. **G. de Metz** a vérifié, par de nouvelles expériences, la déviation magnétique des rayons cathodiques et des rayons X. — M. **A. de Hemptinne** a constaté qu'un gaz sous une faible pression devient lumineux sous l'action des vibrations électriques; il le devient également sous l'action des rayons X mais à une pression plus élevée. — M. **E. Derlon** décrit l'apparition d'un bolide à Fontenoy (Aisne), le 28 août, vers huit heures du soir. — M. **Casamian** adresse une note sur l'emploi de la solution d'iode dans l'iodure de potassium pour distinguer les cyanures des autres genres de sels. — M. **Balland** a analysé un grand nombre de variétés de pommes de terre; voici la proportion des différents constituants : eau, 66,10 à 80,60 %; matières azotées, 1,43 à 2,81 %; matières grasses, 0,04 à 0,14 %; matières sucrées et amylacées, 15,38 à 29,85 %; cellulose, 0,37 à 0,68 %; cendres, 0,44 à 1,18 %. — M. **A. Levat** adresse une note sur l'action coagulante du suc d'artichaut sur le lait.

3° Sciences naturelles. — M. **Ad. Chatin** étudie le nombre et la symétrie des faisceaux fibrovasculaires chez les Dicotylédones gamopétales périgynes. Celles-ci se divisent en deux groupes : l'un, représenté par les Rubiacées et les Caprifoliacées, n'a qu'un faisceau pétiolaire, tandis que l'autre groupe, composé des Synanthérées et familles voisines, a toujours des faisceaux multiples.

Séance du 13 Septembre 1897.

1° Sciences physiques. — M. **d'André** adresse la description d'un coup de foudre qui a détruit le château d'Aubussargues (Gard) dans la nuit du 14 au 15 août. — M. **Tarry** envoie une note sur les tables météorologiques et leurs applications aux diagrammes des instruments enregistreurs. — M. **L. Marchis** poursuit ses études sur les déformations permanentes du verre et le déplacement du zéro des thermomètres. Il montre que l'état d'un thermomètre dépend non seulement des deux variables déjà connues, mais encore d'une troisième variable qui n'est pas susceptible de variations séculaires. — M. **O. Ducru** décrit une nouvelle méthode de séparation du nickel et du cobalt d'avec le fer; les métaux, en solution sulfurique additionnée de sulfate d'ammoniaque, sont précipités par l'ammoniaque en excès; si on soumet la liqueur tenant en suspension le précipité à l'électrolyse, tout le nickel ou le cobalt se dépose avec une petite quantité de fer ne dépassant jamais 1 à 2 milligrammes et dont on tient compte ensuite dans les calculs.

2° Sciences naturelles. — M. **E. de Cyon** a obtenu des résultats importants dans l'étude de la glande thyroïde. La fonction de la glande thyroïde consiste à transformer les sels de l'iode, parvenus dans le sang et nuisibles aux centres nerveux, en une combinaison organique, l'iodothyrine, indispensable au fonctionnement normal du cœur. Par l'intermédiaire des filets nerveux qu'il envoie aux deux laryngiens, le cœur dirige lui-même la production de l'iodothyrine. Les corps thyroïdes constituent des appareils destinés à protéger le cerveau contre les dangers des subits afflux de sang. — M. **Georges Bohn** a constaté que le *Carcinus Mœnas* possède la faculté de renverser pendant un temps plus ou moins long le sens de la circulation de l'eau dans la chambre branchiale, et cela par une modification des mouvements du scaphognathite de la mâchoire.

Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 7 Septembre 1897.

M. **E. Lancereaux** montre que la cirrhose des buveurs est due, non à l'abus des spiritueux, mais aux excès de vin et spécialement de vins plâtrés. Il conseille de diminuer ou même de prohiber le plâtrage ou le sulfatage des vins. — M. le Dr **Clozier** lit un travail sur le lavage de l'intestin par la voie rectale, en particulier dans les intoxications d'origine gastro-entérique.

Séance du 14 Septembre 1897.

M. **Le Roy de Méricourt** présente une canule rectale construite par M. **Dumetz**. — M. **Ferrand** étudie les localisations cérébrales; il conclut que les centres corticaux du cerveau sont le siège de représentations ou d'images sensibles, les centres dits moteurs étant considérés comme le lieu des images motrices et les centres sensitifs comme le lieu des images de la sensation. — M. **A. Poncet** montre les dangers de la thyroïdectomie partielle dans le goitre exophtalmique; il peut se produire des cas de mort presque subite provenant : 1° d'une intoxication aiguë par les produits de la glande altérée lancés brusquement à dose massive dans le torrent circulatoire; 2° de perturbations graves dans l'innervation cardiaque. Avant d'opérer, il y a donc lieu de discuter le genre d'intervention. — M. **Le Roy des Barres** lit un travail intitulé : Contribution à l'étude du charbon d'origine industrielle. — M. **Lapeyrère** communique une note sur la stérilisation et la purification de l'eau de boisson par le permanganate alumino-calcaire.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences physiques

A.-C.-C. Swinton : **La production de rayons X de pénétrations différentes.** — L'auteur décrit un certain nombre d'expériences qui l'ont amené aux conclusions suivantes : 1° La force de pénétration des rayons X augmente avec le degré de vide du tube producteur; 2° elle augmente aussi, pour un même degré de vide, avec la force électrique appliquée au tube; 3° elle est plus forte lorsque la résistance du tube est grande que lorsque cette résistance est diminuée par un champ magnétique; 4° elle est d'autant plus forte que la distance de la cathode à l'anti-cathode est plus petite; 5° elle est plus forte lorsque la cathode est petite que lorsque la cathode est grande; 6° elle est plus forte lorsque, par la réunion de plusieurs des conditions déjà signalées, la différence de potentiel entre la cathode et la portion anodique du tube est grande.

Si l'on admet que les rayons cathodiques consistent en molécules chargées négativement et repoussées par la cathode avec une vitesse initiale qui dépend du degré d'excitation électrique de la cathode, on voit que les conditions ci-dessus sont précisément celles qui produisent une grande vitesse moyenne des molécules et, en même temps, une grande différence de potentiel

entre ces molécules et l'anti-cathode au moment du choc.

En effet, pour un vide élevé, non seulement l'excitation électrique est plus forte et la vitesse initiale par conséquent plus grande, mais, vu le petit nombre de collisions avec les molécules du gaz résiduel, la vitesse moyenne et la charge des molécules est moins diminuée que dans le cas d'un vide ordinaire.

De même, quand la force électrique employée est plus grande, la vitesse initiale est plus forte, tandis que l'emploi d'un champ magnétique réduit l'excitation et par conséquent la vitesse et la charge des molécules.

Quand l'anti-cathode est près de la cathode, les molécules chargées ont une distance plus petite à parcourir et perdent moins de leur vitesse et de leur charge initiales par les collisions que si l'anti-cathode était loin de la cathode.

Enfin, non seulement une petite cathode doit être chargée à un plus haut potentiel qu'une grande, et par conséquent donner une vitesse et une charge initiales plus grandes aux molécules, mais encore, avec une petite cathode, le faisceau de molécules est plus compact; il fait moins de collisions et il perd moins de sa charge et de sa vitesse.

Or, on remarque que la force de pénétration des rayons X est d'autant plus grande que la vitesse moyenne des molécules partant de la cathode est plus grande et que leur différence de potentiel avec l'anti-cathode est plus forte. En outre, comme l'excitation de la cathode n'est pas uniforme, comme certaines molécules font en route plus de collisions que les autres, les molécules arrivent à l'anti-cathode avec des vitesses et des charges légèrement différentes, et ce fait explique très bien l'hétérogénéité ordinaire des rayons X.

Enfin, l'auteur montre que la force de pénétration des rayons X est indépendante du métal constituant l'anti-cathode; la quantité de rayons, au contraire, est d'autant plus grande que le métal a un poids atomique plus élevé.

2° Sciences naturelles

A. Willey, D. S. : L'œuf du Nautilus macromphalus. — Le *Nautilus macromphalus* est l'espèce de Nautile caractéristique de l'archipel Néo-Calédonien. M. Willey a pêché sur les côtes de l'île de Difu, en 1896, un certain nombre de ces mollusques et les a conservés en captivité dans une grande nasse de fabrication indigène, où il les nourrissait de poissons, de crabes de terre, de *Palinarus* et de *Scyllarus*. A partir du 5 décembre, il a commencé à obtenir des œufs fécondés. Ces œufs sont pondus la nuit et déposés un par un dans des recoins bien cachés; au moyen d'une aire réticulée de fixation, de structure semblable à celle d'une éponge et placée vers leur extrémité postérieure qui est renflée, ils sont solidement attachés, soit d'ordinaire par l'une des faces de la capsule qui les renferme, soit quelquefois par leur extrémité postérieure même, à quelque surface appropriée. M. Willey fournissait aux Nautiles ces surfaces de fixation en attachant aux parois de la nasse des morceaux de toile à sac qui flottaient dans l'intérieur, et dont les plis constituaient à ces animaux un abri commode pour y cacher leurs œufs. L'œuf est enfermé dans une double enveloppe, une capsule interne close et une capsule externe qui s'ouvre plus ou moins librement à sa partie antérieure. Ces capsules sont d'une blancheur de lait et ont la consistance d'un cartilage résistant. Elles ne s'affaissent pas, mais conservent leur forme en se desséchant. Pour la commodité de la description, on peut donner le nom de face dorsale ou supérieure à la surface libre de l'œuf, et celui de face inférieure ou ventrale à la surface fixée. La capsule interne est séparée de la capsule externe à la face ventrale et, dans les deux tiers antérieurs de la face dorsale, elles se fusionnent à la région postéro-dorsale en s'épaississant considérablement. L'œuf, dans ses deux capsules, présente une longueur de 45 millimètres, une largeur de 16 mm., et une hauteur maximum de 16 à 25 mm. Des trois dimensions, c'est la seule qui varie notablement. L'extrémité déprimée ou antérieure de l'œuf est, en règle générale, dirigée verticalement vers le haut. La capsule externe se continue antérieurement par deux prolongements terminaux minces et translucides. Sur la moitié environ de la longueur de la face dorsale, ces deux moitiés de la capsule dorsale sont séparées par une fente étroite. On peut apercevoir à travers cette fente la suture dorsale de la capsule interne. A la face ventrale, les deux moitiés de la capsule externe sont unies dans toute la longueur de l'œuf, excepté à l'extrémité antérieure. La surface de l'œuf à son extrémité postérieure est lisse, à l'exception de quelques légers replis pareils à ceux d'une draperie, qui lui donnent une gracieuse apparence. La région antérieure déprimée est caractérisée par la présence d'un certain nombre d'arêtes pectinées et d'ouvertures fenêtrées que présente la paroi de la capsule externe. Mais il arrive que les ouvertures manquent et que la disposition pectinée ne soit pas nette.

C'est à peine s'il y a deux œufs qui présentent une apparence exactement semblable. Il en est qui présentent à la surface de la capsule externe des prolongements en forme de lambeaux, qui donnent à l'œuf un aspect plus ou moins haillonneux. La capsule interne a une forme ovale régulière; son extrémité antérieure est apointie et sa surface généralement unie. Elle présente une structure finement striée, les stries ont l'air d'être mouillées.

Il y a dans sa paroi trois sutures qui représentent des lignes de moindre résistance, une suture médiane à la face dorsale et deux sutures latérales à la face ventrale.

La suture dorsale est marquée par une arête proéminente qui se prolonge au delà de l'extrémité antérieure de la capsule par un mince appendice terminal. Les sutures latérales sont marquées par des arêtes moins proéminentes et s'unissent antérieurement, immédiatement en arrière de l'extrémité antérieure de la capsule interne. En raison de cette contiguïté des sutures latérales, la face inférieure de la capsule peut s'enlever comme une sorte d'opercule. Sur la ligne médiane de la face inférieure, il y a une légère dépression longitudinale. A l'endroit où s'unissent les deux capsules, la paroi de la capsule interne subit une sorte d'aplatissement. Le vitellus ne remplit pas entièrement la cavité de la capsule interne, il est recouvert par une couche d'un albumen incolore et visqueux, qui s'amasse aux deux extrémités de l'œuf. Le jaune est d'une riche couleur brune, très fluide et à demi translucide. La surface du vitellus est lisse; la longueur de la capsule interne est d'environ 26 millimètres et celle du vitellus de 17. M. Willey ne peut encore donner de renseignements précis sur l'aire embryonnaire; il a pu cependant observer une aire pellucide au milieu environ de la surface ventrale du vitellus d'un œuf qu'on avait laissée se développer vingt-quatre heures après le moment où on l'avait aperçue pour la première fois. La grande quantité de jaune indique une assez longue durée d' « incubation ».

Du fait que M. Willey avait pu pêcher pendant toute l'année en Nouvelle-Bretagne des mâles de *N. pompilius* qui avaient un spermatophore dans la région céphalique, il en avait conclu que le *N. pompilius* se reproduisait toute l'année; il croit maintenant probable que la reproduction des Nautiles est soumise à une loi de périodicité. Enfin M. Willey indique que le seul caractère essentiel qui sépare l'un de l'autre le *N. macromphalus* et le *N. pompilius*, c'est la différence de forme que présentent leurs coquilles dans la région ombilicale.

A. Lockhart Gillespie : Sur la chimie du contenu de l'appareil digestif et l'influence des bactéries qui s'y trouvent. — Les expériences de l'auteur ont porté sur des chiens et sur des veaux encore à la mamelle. Les chiens étaient soumis pendant quelques jours à un des régimes suivants : 1° soupe, lait et un

peu de viande; 2° soupe et lait; 3° bœuf bouilli; 4° lait stérilisé. Les veaux ne recevaient que du lait de vache. En outre, on faisait absorber aux animaux en expérience une certaine quantité des corps suivants, dont on voulait étudier l'effet : acide chlorhydrique, carbonate de soude, salol, calomel, créosote, benzosol, carbonate de gaïacol, chlorhydrate d'ammoniaque. Trois heures après le dernier repas, les animaux étaient tués. On retirait alors le contenu entier du tube digestif et on le divisait en six parties correspondant à l'estomac, au duodénum, au jéjunum, à l'iléon supérieur, à l'iléon inférieur et au gros intestin. Chaque portion était analysée séparément. Voici les conclusions générales que l'auteur a tirées de ses expériences :

1° Le contenu du canal intestinal, chez le chien et le veau, et probablement chez l'homme, est acide d'un bout à l'autre; l'acidité provient des acides organiques formés par les micro-organismes, de l'acide chlorhydrique combiné aux protéides ou à leurs dérivés et des sels acides.

2° Lorsque les aliments passent de l'estomac dans le duodénum, ils se concentrent rapidement par suite de l'absorption de l'eau et deviennent donc plus acides; ils contiennent toujours une grande proportion d'acide chlorhydrique combiné aux substances protéiques, mais la proportion croissante de chlorures inorganiques montre que cet acide agit bientôt sur la soude de la sécrétion pancréatique.

3° Les organismes présents dans l'intestin sont divisibles en deux grands groupes : ceux qui donnent au milieu dans lequel ils vivent une réaction acide, et ceux qui le rendent alcalin ou neutre. Les premiers ne liquéfient pas la gélatine; les seconds le font : ce sont les agents de la putréfaction. Les deux groupes sont antagonistes. Si les organismes à formation acide sont en majorité, les autres se développent peu et le contenu intestinal ne peut se putréfier. Le contraire se présente lorsque les organismes à fonction alcaline et liquéfiante dominent. Mais, comme la diminution d'acidité, qui est la conséquence du développement des organismes du second groupe, est favorable à la multiplication des individus du premier groupe, ceux-ci forment généralement assez d'acide pour neutraliser l'alcali et pour maintenir la réaction du milieu acide. L'ammoniaque, formée par le second groupe, se combine généralement à l'acide lactique produit par le premier groupe pour donner un sel qui est également favorable au développement des deux groupes.

4° Une acidité normale du contenu stomacal et la présence d'acide chlorhydrique libre (ou un accroissement de ces deux facteurs) causent une plus grande destruction des bactéries de la putréfaction que des bactéries à formation acide, et par conséquent une diminution de la décomposition dans l'intestin. La diminution de l'acidité gastrique ou l'ingestion de mets renfermant beaucoup de substances protéides favorisent, au contraire, le développement du second groupe de bactéries et peuvent produire la décomposition intestinale et l'indigestion. Ces résultats ne sont pas invariables, car la diminution d'acidité des parties supérieures du canal cause, à l'état de santé du moins, une nouvelle activité des bactéries acides, et l'acide formé peut, à son tour, arrêter la décomposition dans les parties inférieures du canal.

5° Quelques substances antiseptiques agissent plus fortement sur la première classe de bactéries que sur la seconde; c'est ce qui a lieu pour le salol; le calomel a un effet contraire. On remarque d'ailleurs que le salol agit surtout sur la partie inférieure du tube digestif, le calomel sur la partie supérieure.

6° La trypsine possède une action protéolytique énergique en présence des acides organiques, mais, comme elle est détruite lentement par ces acides, elle doit être renouvelée constamment.

7° Les graphiques des quantités de substances solides trouvées dans chaque section montrent que l'absorption des liquides est maximum dans le duodénum et l'iléum inférieur. L'absorption du gros intestin ne peut pas être comparée avec celle des autres sections étant donnée la quantité de substance qu'il contient.

Alexander Eddington : Sur la nature de la contagion de la peste bovine. — Les expériences qui suivent ont été faites dans le Sud de l'Afrique en 1896, avant l'arrivée du Dr R. Koch. 1° Le sang d'un animal malade de la peste bovine, pris pendant la période fébrile ou avant la mort, et injecté sous la peau ou dans les veines d'un animal sain, reproduit la maladie typique pourvu qu'il ait été préservé de la coagulation. 2° La coagulation partielle ou totale du sang infecté exerce une influence destructive marquée sur sa virulence. 3° Pour obtenir du sang bien virulent, il faut le retirer aseptiquement de la veine jugulaire d'un animal malade et le mélanger immédiatement à une solution stérilisée à 1 % de citrate de potasse, dans la proportion de 2 ou 3 parties de sang pour une partie de solution. On évite ainsi la coagulation. 4° Le mélange ainsi obtenu reste actif pendant six jours environ; puis la virulence diminue et, au bout de neuf jours, le liquide est généralement devenu inerte. 5° L'addition de glycérine au sang mélangé de citrate n'a aucun effet sur la virulence. Au contraire, la glycérine agit sur le sang frais en provoquant la coagulation. 6° Le mucus nasal d'un animal malade introduit à l'état frais dans les nasaux d'un animal sain a toujours reproduit la maladie. Le mucus conservé, même pendant quelques heures seulement, perd beaucoup de sa virulence. 7° Le gonflement des glandes lymphatiques est le signe le plus caractéristique de la maladie. Celle-ci existe, à l'état d'infection primaire, dans ces glandes. 8° Une attaque bénigne de peste bovine, comme celle produite par l'injection de sang très peu virulent, ne confère pas l'immunité absolue, celle-ci étant proportionnelle à la gravité de la maladie. Un animal ainsi traité peut avoir une rechute qui peut avoir une issue fatale ou se terminer par la guérison. Dans ce dernier cas, l'animal a acquis un haut degré d'immunité.

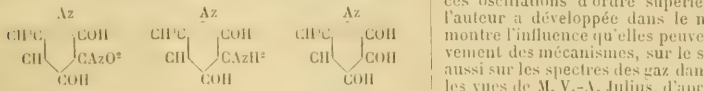
SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Récentes communications.

M. J. Norman Collie, F. R. S. : Nouvelle formule du benzène dans l'espace. — **M. George Young** a obtenu la diacétanilide en faisant bouillir la monoacétanilide avec deux à trois fois son poids d'anhydride acétique. Le rendement est d'environ 75 %. — MM. **M.-J.-T. Hewitt, T.-S. Moore** et **A.-E. Pitt** décrivent une série de dérivés du phénétol et azophénol tels que l'orthophénétol-azophénol, l'orthophénétol-azophénylbenzène sulfonique, etc. — MM. **W.-S. Gilles** et **F.-F. Renwick** : Note sur les acides δ kétopinique et camphoique. — M. **T.-M. Lowry** a étudié les didérivés du camphre et du nitrocamphre au point de vue stéréochimique; en chlorant directement le bromocamphre, il a obtenu un mélange de deux corps isomorphes qui doit être un mélange de deux αα chloro-bromocamphres stéréoisomères répondant aux formules :

L'auteur croit pouvoir affirmer que les deux éléments halogènes sont liés au même carbone. — MM. **Bevan Lean** et **Fred.-H. Lees**, en faisant réagir le dichlorure d'éthylène sur l'éthylmalonate de sodium, ont obtenu de petites quantités de butanetricarboxylate d'éthyle : $COO(Et)^2CH.CH^2.CH^2.CH^2.COOEt$ et d'adipate d'éthyle. — M. **Emily-C. Fortly** : Note préliminaire sur l'hexanophtine et ses dérivés. — MM. **J.-H. Gladstone**, F. R. S. et **W. Hibbert** continuent la publication de leurs travaux sur la réfraction moléculaire des sels dissous dans les acides. — MM. **Lapworth** et **J. Norman Collie**,

F. R. S., ont réussi à préparer les nitro et amido-oxypicolines dont nous donnons ci-dessous la formule :



Nitrocomposé. Amidocomposé. Trioxypicoline.

Ces corps donnent par oxydation d'intéressantes matières colorantes. — M. H. Wilson Hake : Expériences sur l'absorption de l'eau par les substances déliquescentes. — M. R.-J. Friswell : Nouvelle détermination du point de fusion, du point d'ébullition et du poids spécifique du nitrobenzène. — Le même auteur publie une deuxième note relative à l'action de la lumière sur une solution de nitrobenzène dans l'acide sulfurique concentré. — MM. Chattaway et H.-P. Stevens ont réduit l'acide perthiocyanique au moyen du zinc et et de l'acide chlorhydrique; les produits de réduction sont seulement du sulfure de carbone et de la thiourée qui se produisent en quantité théorique suivant l'équation :

$$H^2Az^2C^2S^3 + 2H = CS(AzH^2)^2 + CS^2;$$

les petites quantités d'hydrogène sulfuré et d'acide carbonique trouvées en plus sont très probablement formées par l'hydrolyse d'une petite portion d'acide perthiocyanique sous l'influence de l'acide chlorhydrique. — M. T.-E. Thorpe, F. R. S., expose ses doutes sur l'existence des corps dénommés hydrates d'alcool isopropylique. — M. E.-J. Bevan et Claude Smith : Sur les hydrocarbures et les corps constituant la paille des céréales. — MM. Henry-E. Armstrong et W.-P. Wynne : Etude de la constitution des dérivés trisubstitués du naphtalène; transformation des acides chloronaphtalène disulfoniques en acides dichloronaphtalène sulfoniques. — Dans une deuxième note, les mêmes auteurs exposent la transformation du 1 : 1'dichloronaphtalène en dérivé 1 : 4'; puis ils étudient les dérivés de l'hydrolyse de l'acide 1 : 1'dichloronaphtalène-3-sulfonique.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Communications récentes.

1° Sciences mathématiques. — M. D.-J. Korteweg présente un mémoire sur la théorie de certaines oscillations d'ordre supérieur et d'intensité anormale qui peuvent se produire dans le mouvement, autour d'une position d'équilibre, d'un mécanisme à plusieurs degrés de liberté. Les oscillations d'un tel mécanisme, dont x, y, z... sont les coordonnées principales, n_x, n_y, n_z,... les nombres d'oscillations correspondants, peuvent s'exprimer par les séries :

$$x = \underset{000..0}{\alpha^{(2)}} + Ah\cos\varphi + \underset{010..0}{\alpha^{(3)}}\cos\psi + \underset{001..0}{\alpha^{(4)}}\cos\chi + \ldots \sum_{pqr..} \alpha^{(s)}\cos(p\varphi + q\psi + r\chi + \ldots),$$

$$y = \underset{000..0}{\beta^{(2)}} + \underset{100..0}{\beta}\cos\varphi + Bh\cos\psi + \underset{001..0}{\beta^{(4)}}\cos\chi + \ldots \sum_{pqr..} \beta^{(s)}\cos(p\varphi + q\psi + r\chi + \ldots),$$

$$z = \underset{000..0}{\gamma^{(2)}} + \underset{100..0}{\gamma}\cos\varphi + \underset{010..0}{\gamma^{(3)}}\cos\psi + Ch\cos\chi + \ldots \sum_{pqr..} \gamma^{(s)}\cos(p\varphi + q\psi + r\chi + \ldots),$$

. . . . . .

où l'on a :

$$s = p_x + q_y + r_z + \ldots, \quad \underset{pqr..}{\alpha^{(n)}} = \underset{pqr..}{a^{(n)}} h^n + \underset{pqr..}{a^{(n+1)}} h^{n+1} + \ldots, \quad \varphi = (n_x + \sigma^{(2)})\,t + \lambda, \quad \psi = (n_y + \tau^{(2)})\,t + \mu, \text{ etc.}$$

Généralement, ces séries sont rapidement convergentes pour de petites valeurs de h; mais, dans le cas où il existe une relation linéaire $p_1 n_x + q_1 n_y + \ldots = \rho$ dans laquelle p_1, q_1... sont des nombres entiers et ρ est relativement petit par rapport aux n_x, n_y,... certains termes de ces séries obtiennent des valeurs anormalement grandes et les oscillations d'ordre supérieur correspondantes sont d'une intensité anormale qui même peut devenir égale à celle des oscillations principales si $s_1 = |p_1| + |q_1| + |r_1| + \ldots \leqslant 4$. C'est la théorie de ces oscillations d'ordre supérieur remarquables que l'auteur a développée dans le mémoire présenté. Il y montre l'influence qu'elles peuvent exercer sur le mouvement des mécanismes, sur le son qu'ils produisent et aussi sur les spectres des gaz dans le cas où l'on accepte les vues de M. V.-A. Julius, d'après lesquelles les lignes spectrales indiquent des oscillations d'amplitudes modérées autour d'une position d'équilibre. Il s'occupe plus particulièrement du cas $\rho = 0$ et il fait voir pourquoi certains mécanismes, comme le pendule cosmique ($n_x - n_y = 0$), se comportent autrement que la théorie générale ne le ferait supposer. — M. J.-C. Kapteyn s'occupe de la distribution des vitesses cosmiques (complément à la communication du 5 mai 1895, voir *Revue générale des Sciences*, t. VI, p. 648). Dans la communication précédente, l'auteur avait fait voir comment la loi de la distribution des vitesses cosmiques peut être déduite de la manière sous laquelle les angles p (entre les mouvements propres totaux et le mouvement purement parallactique) sont distribués sur les 180°. Ici, il démontre que, de même, le montant du mouvement propre peut mener au même but et qu'ainsi l'exactitude des résultats est augmentée considérablement. A l'aide d'une certaine courbe plane $f(\rho, \varphi) = 0$, dont les rayons vecteurs ρ représentent les mouvements propres moyens qui correspondent aux valeurs φ de ρ, il trouve que la distribution des angles ρ sur les 180° et, de même, celle des valeurs moyennes μ du mouvement propre correspondant aux valeurs différentes de p, est indépendante des distances et ne dépend donc que de la loi des vitesses. Ainsi, en acceptant l'hypothèse *b*) de la communication précédente, il faut qu'on puisse trouver cette loi des vitesses. A l'aide des observations de Bradley sur 2.355 étoiles divisées en 17 groupes, l'auteur calcule l'asymétrie :

$$0 = \log\left(n_0^{90} + n_{-90}^{-180}\right) - \log\left(n_0^{-90} + n_{90}^{180}\right)$$

dans la distribution des p, où n_a^b indique le nombre des étoiles pour lesquelles p est compris entre a et b. Il trouve que 0 varie d'une manière très sensible avec la position. Cette variation est sensiblement proportionnelle à $\sin\chi$ ou plutôt à $\sin\chi\cos\delta$, où χ représente l'angle entre les grands cercles qui joignent le centre de chacune des 17 régions au pôle et à l'antiapex, tandis que δ indique la déclinaison. Donc, l'auteur croit devoir accepter une cause générale de cette variation. Ces causes peuvent être : 1° un mouvement systématique dans la direction du pôle austral de toutes les étoiles à mouvement propre considérable; 2° une correction négative de la déclinaison de l'apex; 3° une correction négative de tous les mouvements propres en déclinaison et bien une correction constante β ou une correction $\beta\cos\delta$ proportionnelle à $\cos\delta$, à mesure qu'on pose la variation proportionnelle à $\sin\chi$ ou à $\sin\chi\cos\delta$. De ces trois causes, l'auteur élimine la première et la seconde, tandis qu'il croit la troisième très plausible.

2° Sciences physiques. — H.-A. Lorentz : *Sur la résistance qu'éprouve un courant de liquide dans un tuyau cylindrique.* Aussi longtemps que la vitesse moyenne

d'un courant stationnaire de liquide ne surpasse pas une limite dépendant du diamètre du tuyau et du caractère du liquide, les particularités du mouvement se déduisent des équations de mouvement connues. Les particules se meuvent dans la direction de l'axe et la différence de pression entre deux sections, le glissement le long de la paroi étant impossible, est proportionnelle au coefficient de frottement intérieur et à la première puissance de la vitesse moyenne; de plus, dans le cas de tuyaux circulaires, elle se détermine d'après la loi de Poiseuille. Au contraire, si la vitesse moyenne surpasse cette limite (*vitesse critique* de M. Osborne Reynolds), les phénomènes sont bien différents. La différence de pression, nécessaire pour la continuation du courant, et donc en même temps la résistance exercée par le tuyau, devient proportionnelle à une puissance plus élevée de la vitesse moyenne U, d'après plusieurs observations, proportionnelle à U^2, d'après Reynolds à $U^{1,7}$. Que la résistance puisse être proportionnelle à une puissance de la vitesse moyenne paraît encore un peu singulier, quoique les belles épreuves de Reynolds aient révélé le vrai caractère de ce mouvement à grande vitesse. Ce mouvement se décompose en un mouvement dans la direction de l'axe (mouvement principal) et des tourbillons. L'auteur, après avoir critiqué et complété les travaux de Reynolds et de Boussinesq sur le mouvement principal, étudie les tourbillons accessoires. Ses résultats importants démontrent que l'accroissement de la résistance des mouvements à grande vitesse est en rapport intime avec l'observation bien connue qu'en procédant de l'axe vers la paroi la vitesse diminue d'abord insensiblement et ensuite de plus en plus considérablement, que le travail partiel nécessaire à surmonter le frottement du mouvement principal — abstraction faite du travail exigé à convaincre le frottement des tourbillons — est plus grand que dans le cas où ces tourbillons ne se présentent pas. — M. J.-D. van der Waals décrit une expérience de M. **P. Zeeman** relative à *la propagation anormale des ondes* (Gouy, *Ann. de Chim. et de Phys.*, série 6, t. XXIV, p. 145). L'expérience est l'analogue pour la lumière transmise de celle de M. Joubin pour la lumière réfléchie. Une lentille convexe de spath parallèle à l'axe a deux foyers. Le centre du système d'anneaux concentriques change du noir au blanc ou du blanc au noir en passant par un des foyers. Une lame auxiliaire permet de donner au centre une différence de marche arbitraire entre les deux systèmes de rayons qui s'interfèrent. — Ensuite M. van der Waals communique encore une étude de M. Zeeman intitulée : *Lignes doubles et triples dans le spectre, produites sous l'influence d'un champ magnétique extérieur.* L'application de la théorie de Lorentz aux expériences sur l'influence du magnétisme sur la lumière émise par une substance (*Rev. gén. des Sc.*, t. VIII, p. 298) fait prévoir l'existence de lignes doubles et triples polarisées d'une manière particulière. L'expérience confirme pour le cadmium ces considérations pour des champs magnétiques d'une intensité modérée. — M. H. Kamerlingh Onnes présente au nom de M. **A. van Eldik** une communication sur *la hauteur d'ascension capillaire de la phase fluide d'un mélange de deux matières en équilibre avec la phase gazeuse.* Les théories de la capillarité et des mélanges données par M. van der Waals ont fait désirer une étude expérimentale de l'énergie superficielle des mélanges. L'observation de hauteurs d'ascension capillaire de mélanges, en suivant une ligne binodale jusqu'au point de plissement, n'est toutefois pas sans difficultés. On doit surtout veiller à l'homogénéité des deux phases coexistantes, ce que l'auteur a réalisé en amenant les deux substances à se mélanger dans un réservoir spécial, où le mélange est rendu plus intime à l'aide de l'agitateur électromagnétique de M. Kuenen. Puis le mélange ainsi obtenu est refoulé dans le tube d'expérimentation. Ce transport s'effectue au moyen d'une pompe spéciale qui laisse aux deux phases les volumes qu'elles occupaient quand l'équilibre était établi. — Ensuite M. Onnes présente encore une communication de M. **L.-N. Siertsema** sur : *L'influence de la pression sur la polarisation rotatoire de solutions de sucre de canne* (suite, voir *Revue générale des Sciences*, t. VIII, p. 124). Les mesures sont poursuivies avec une concentration de 27 gr. 84 dans 100 c.c. et ont donné une variation de 0,270 °/₀ à 100 atmosphères. Les variations du pouvoir rotatoire spécifique pourraient être déduites de ces résultats, si les coefficients de compressibilité des solutions étaient connus. Ensuite en acceptant l'hypothèse de Tammann sur l'équivalence des pressions extérieures et intérieures, on pourrait comparer ces dernières variations à celles causées par : 1° une variation de la concentration; 2° la présence d'un sel inactif. Cependant les coefficients de compressibilité des solutions ne sont pas connus; donc l'auteur a dû les déduire de ceux trouvés par M. Amagat pour de l'eau sous différentes pressions au moyen de l'hypothèse citée de Tammann. Le résultat de la comparaison en question n'est pas toujours admissible. Donc probablement le phénomène est plus complexe que le suppose l'hypothèse de Tammann. — M. H.-W. Bakhuis Roozebonn fait une communication au nom de M. **E. Cohen** intitulée : *Essai d'explication des déviations de la conduite ordinaire de réactions chimiques en solutions.* A l'aide de considérations cinétiques, on déduit que le nombre des molécules d'une matière, décomposé sous des circonstances égales, est proportionnel à la quantité. Par là on peut définir la vitesse d'une réaction au moyen d'un coefficient de vitesse k qui devrait être indépendant de la concentration de la solution. Cependant M. Ostwald trouva pour des solutions de sucre de canne de 40, 20, 10, 4 °/₀ les valeurs 29'16—, 22'87 —, 20'63—, 19'15— de k. L'auteur cherche à expliquer cette déviation de la théorie d'une manière analogue à celle dont s'est servi M. van der Waals pour la loi de Bayle, en tenant compte du volume des molécules de sucre en solution. Il trouve la relation

$$k_p = f\frac{c_p}{100 - b_p},$$

où c_p indique la concentration de volume de l'acide en réaction, b_p le volume des quantités dissoutes, p le pourcentage de sucre en solution et f une constante.

3° Sciences naturelles. — M. **C. Eykman** s'occupe de *la lutte contre le beri-beri* à l'occasion des recherches faites par lui et par M. **A.-G. Vorderman** (Batavia). Il y a quelques années, l'auteur a étudié une maladie des poules à plusieurs points de vue analogue au beri-beri (dégénération des nerfs périphériques). Il réussit à démontrer que cette maladie est causée par l'alimentation avec de l'orge mondé, tandis que l'orge non mondé ou mi-mondé n'est pas nuisible du tout. Donc il croyait que la membrane très mince qui enveloppe le grain neutralise l'effet nuisible de l'amylum. L'auteur a fait des recherches analogues pour le beri-beri même, le riz mi-mondé formant la nourriture principale en plusieurs régions de l'île de Java, surtout cette espèce qu'on appelle riz rouge à cause de la couleur de la membrane mince. Donc on a introduit la nutrition avec du riz mi-mondé dans les institutions gouvernementales pour que la mortalité y diminue. Ces expériences faites depuis un an, sont encore de trop courte durée pour avoir une grande valeur. En attendant, M. Vorderman, inspecteur du Service civil de Médecine, par les données statistiques sur la mortalité dans les différentes prisons, a constaté que des vingt-sept prisons où la nutrition avec du riz rouge est en vigueur, une seulement contient des victimes du beri-beri, tandis que le beri-beri se présente en trente-six ou presque la moitié des prisons où la nourriture consiste principalement en riz mondé. P.-H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Génie civil

La fabrication des galets en papier. — On sait que les galets sont de petites roues destinées à transformer en glissement le mouvement de roulement. Depuis longtemps déjà, on a utilisé le papier comprimé pour les fabriquer. Dans un des derniers numéros de l'*American Machinist*, M. W. Danielson critique les divers procédés usités jusqu'à aujourd'hui et indique une

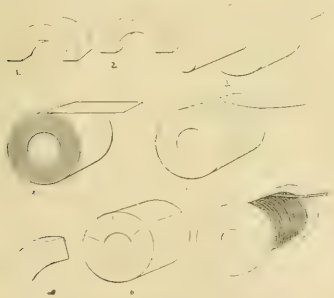


Fig. 1 à 7. — *Procédés divers de fabrication des galets en papier usités jusqu'à aujourd'hui.*

nouvelle méthode de préparation qui lui a donné des résultats plus avantageux.

Les procédés actuels de fabrication des galets en papier sont nombreux. L'un d'eux consiste à couler la pâte de bois dans un moule en fonte, formé de deux moitiés semblables à celle de la figure 1, tournées sur un moyeu en fonte calé sur un arbre. Le défaut du procédé est de donner un galet spongieux, la pâte de bois ne pouvant être complètement débarrassée de bulles d'air. Un second procédé consiste à couper des disques ou des demi-disques de carton-paille, qu'on fixe ensuite les uns contre les autres (fig. 2); mais la machine à essayer les galets arrache les bords des disques qui dépassent, et produit des cannelures qui rendent le galet inutilisable. Dans un troisième procédé, la pulpe est façonnée à la main autour d'un mandrin, puis on donne la forme définitive au moyen d'un moule (fig. 3) et on sèche. Cette sorte de galet est sujette à se craqueler à l'air. Un autre procédé consiste à enrouler une bande de papier manille (fig. 4) en la collant; le galet obtenu est un des meilleurs; le seul inconvénient qui puisse se présenter est le glissement du papier sur lui-même lorsqu'il n'a pas été bien tendu et bien collé. Un procédé presque analogue consiste à enrouler une bande de papier étroite (fig. 5); mais le galet obtenu s'use très inégalement et se creuse en certains endroits. Un sixième procédé consiste à assembler six blocs en pulpe de bois moulée de manière à leur donner une forme cylindrique (fig. 6). On supposait que la pression de friction tendrait à serrer les pièces les unes contre les autres et à augmenter la stabilité; mais l'appareil d'essai développe des pressions contraires et les galets se disloquent après un court service. Enfin, dans un dernier procédé, on enroule une corde en papier sur une bobine (fig. 7); le galet obtenu ne vaut rien.

A tous ces procédés, M. Danielson oppose le suivant : il se sert d'un moule en métal formé de deux moitiés (fig. 8); au lieu d'y comprimer la pulpe, il l'y fait entrer en créant un vide. B est relié à une machine pneumatique et la pulpe entre en A; quand le moule est plein, on ferme la soupape C et on continue à faire le vide afin de purger la pulpe de toutes les bulles d'air qu'elle contient. On

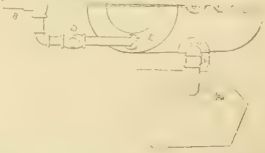


Fig. 8. — *Procédé de M. Danielson pour la fabrication des galets en papier.*

ferme ensuite les soupapes D et D' et on fait entrer encore un peu de pulpe en A. On laisse reposer une nuit, on retire le galet, on le presse entre des rouleaux d'acier; on le fait sécher et on le termine. On fabrique deux sortes de galets, les uns avec de la pulpe de bois blanc, les autres avec de vieux livres et de vieux chiffons. Les galets Danielson sont ceux qui ont donné les meilleurs résultats aux essais.

§ 2. — Chimie industrielle

Sur les procédés de raffinage et d'épuration des jus sucrés. — A l'occasion de l'important article que M. F. Dommer a récemment publié ici même sur « le Raffinage en Sucrerie et la fabrication du bioxyde de baryum[1] », M. E. Urbain, chimiste des Etablissements Linard, nous adresse l'intéressante communication suivante :

« J'ai, en même temps que M. Ranson, — la même semaine et, sans avoir eu connaissance de sa méthode, — fait breveter un procédé de raffinage basé sur l'emploi de l'acide hydrosulfureux; mais, au lieu d'employer le mode de préparation de cet acide signalé par Schutzenberger, j'électrolyse la solution préalablement sulfitée; dans ces conditions, il se forme, à la cathode, de l'hydrogène naissant, qui produit de l'acide hydrosulfureux; grâce à l'emploi d'une anode soluble, l'oxyde mis en liberté se combine aux acides du soufre. Il y a évidemment là un tour de main et des conditions physiques spéciales à observer. En se servant, par exemple, de plomb comme anode soluble, on obtient une solution absolument décolorée et ne contenant, après filtration, aucune trace des réactifs employés. Enfin, je me suis réservé l'emploi du bioxyde de baryum pour oxyder et éliminer les dernières traces des acides du soufre.

« En somme, mon procédé est caractérisé par l'électrolyse d'une solution sucrée et sulfitée et par l'emploi, comme anode, d'un métal convenant particulièrement à l'opération. »

L'utilisation de l'aluminium. — M. A.-E. Hunt, président de la *Pittsburg Reduction Company*, vient de lire, devant le *Franklin Institute*, un long et intéressant mémoire sur l'utilisation de l'aluminium.

Il constate que l'aluminium a pris et prend tous les jours une importance plus considérable comme conducteur d'électricité. Il est pratiquement non magnétique et peut être employé dans tous les cas où un métal magnétique ne conviendrait pas. D'autre part, sa conductibilité est excellente. Dans l'échelle de Roberts-Austen, il occupe la cinquième place avec la valeur de 63 à 64, le cuivre étant représenté par le chiffre 97,5. Possédant une si bonne conductibilité, l'aluminium peut être employé à l'enroulement des aimants dans les dynamos où l'on recherche avant tout un faible poids, et, en général, pour les commutateurs, les balais, les porte-balais, et autres appareils où ses propriétés de ne pas se ternir et de ne pas se corroder lui assurent une supériorité.

La conductibilité de l'aluminium décroît fortement lorsqu'il est allié à d'autres métaux même en petite quantité; c'est l'ignorance de ce fait qui a longtemps laissé attribuer à l'aluminium une très faible conductibilité, les mesures ayant été prises avec un métal impur.

La *Pittsburg Reduction Company* a fourni jusqu'à présent plusieurs centaines de milles de fil d'aluminium pour le téléphone et le télégraphe. Le fait que le poids du cuivre est 3,3 fois plus grand que celui de l'aluminium et que le coefficient de rupture des deux métaux n'est pas très différent, a rendu spécialement avantageux l'emploi du fil d'aluminium pour le téléphone et le télégraphe militaires en campagne.

Enfin, l'aluminium, allié à 5 % de cuivre pour le rendre plus dur, peut remplacer le laiton dans les appareils électriques; il se laisse également bien façonner et passer à la filière.

[1] *Revue générale des Sciences* du 15 septembre 1897.

§ 3. — Hygiène publique

La cuisson des viandes. — La cuisson parfaite des viandes a une importance sur laquelle on ne saurait trop insister. Les animaux qui alimentent nos boucheries peuvent être atteints de maladies infectieuses très diverses, dont les germes se retrouvent dans la viande et se transmettent souvent à l'homme lorsqu'une cuisson insuffisante ne les a pas détruits. Aussi, la durée et la température de la cuisson et leur influence sur la destruction des germes morbides ont-elles suscité un certain nombre de travaux. L'un d'eux, dû à M. le Dr G. Fiore[1], et basé sur une série d'expériences très originales faites à l'Institut d'Hygiène de Palerme, a donné des résultats fort intéressants.

M. Fiore mesurait d'abord la température centrale de morceaux de viande, soumis à différents genres de cuisson, en lardant littéralement la pièce à examiner de petites flèches de métal fusible, dont on connaissait le point de fusion. Dans d'autres cas, M. Fiore injectait à la surface ou au centre du morceau de viande des cultures riches en spores de bacilles charbonneux, et, après cuisson, injectait le suc de la viande à des cobayes. De ces diverses expériences, M. Fiore tire les conclusions suivantes :

1° L'ébullition *prolongée* de la viande est le mode de cuisson le plus favorable pour la destruction complète des germes pathologiques contenus dans cette viande, qu'il s'agisse de spores ou simplement de bacilles;

2° Dans les tranches minces grillées à feu nu comme dans les grosses pièces rôties au four, la chaleur n'est pas suffisante pour détruire les spores; toutefois, quand la cuisson est portée au degré le plus élevé, elle peut suffire pour détruire complètement les formes bacillaires;

3° La méthode de cuisson à l'étuvée (viande braisée) n'exerce aucune influence ni sur les spores, ni sur les bacilles.

M. le Dr E. Vallin, qui s'était autrefois occupé de la question de la cuisson des viandes, a entrepris, à la suite de la publication du mémoire de M. Fiore, une nouvelle série d'expériences[2]. Il mesure la température des différentes parties de la viande en y introduisant un certain nombre de petits tubes de verre effilés et capillaires, renfermant chacun un composé organique cristallisé, dont le point de fusion est connu.

Ses expériences l'amènent à se rallier presque complètement aux conclusions de M. Fiore; il ne fait que quelques réserves sur la troisième. En terminant, M. Vallin proteste contre le préjugé, très répandu dans le public en France depuis une trentaine d'années, à savoir que les viandes sont d'autant plus nourrissantes et faciles à digérer qu'elles sont plus saignantes. Diverses causes ont contribué à propager cette erreur. Espérons que les recherches de MM. Fiore et Vallin la feront bientôt disparaître.

§ 4. — Géographie et Colonisation

Le retour du « Sénégal » ramenant le Voyage d'étude de la « Revue » du « Pays des Croisés ». — Le dimanche 3 octobre est rentré à Marseille le navire *le Sénégal*, ramenant de Syrie et de Palestine les touristes du deuxième voyage d'étude de la *Revue*. Malgré les chaleurs subies en cours de route, tous les passagers sont revenus en France bien portants.

Le voyage s'est effectué, du départ au retour, avec la plus extrême précision. Le navire est arrivé à chaque

[1] Dr G. Fiore : Influenza delle cottura sulle carni infetti. (*Annali d'Igiene sperimentale*, 1897, fasc. 1, p. 21.)

[2] *Revue d'Hygiène et de Police sanitaire*, n° 9, 1897.

escale et en est parti exactement à l'heure prévue. Cette parfaite exactitude du paquebot a assuré, du même coup, celle des excursions à terre, et tout le programme du voyage a pu être réalisé conformément à nos prévisions.

Fidèle à ses traditions, la *Compagnie des Messageries maritimes* avait pris les dispositions requises pour assurer à bord tout le confort désirable et rendre le plus agréable possible aux passagers le trajet de mer. Grâce à la constante vigilance et à l'extrême amabilité du Commandant Rebufat, tout a été, soit dans les salons, soit sur le pont, habilement transformé en temps opportun en vue des conférences de M. Diehl et de M. Larroumet, des projections faites le soir à la lumière électrique, et des services religieux célébrés à bord. La veille du retour à Marseille, les passagers, sortant de la salle à manger, ont eu la surprise de trouver, sur le pont illuminé à giorno, un véritable théâtre, avec scène et décors, dressé sur l'initiative du Commandant, et à l'ornementation duquel avaient habilement collaboré M. le sous-commissaire Dumont et tout le personnel du bord. Quand le rideau s'est levé, une table à tapis vert est apparue... comme à l'Odéon, et M. G. Larroumet est venu, aux applaudissements de l'auditoire, faire une charmante conférence sur les deux pièces jouées quelques instants après : le *Baiser* de De Banville et l'*Autographe* de Meilhac. Ces deux comédies ont eu pour interprètes des artistes émérites, bien qu'improvisés, que la *Revue* tient tout particulièrement à remercier de leur très aimable et précieux concours. Cette représentation, faite au profit de la *Caisse de secours des familles des matelots naufragés*, a produit une recette de plus de cinq cents francs. Cette fête a terminé de la façon la plus heureuse un voyage où au plaisir s'était uni le travail. C'est toute une étude des pays visités que les passagers ont faite sous la direction de M. Ch. Diehl, qui, avec une inépuisable bienveillance, n'a cessé, en cours de route, de mettre sa science et son talent au service de tous les touristes.

La *Revue* se propose de publier dans le courant de l'hiver les résultats de ce voyage.

Les Cultures coloniales à la Réunion. — La *Quinzaine Coloniale* commente très justement un important article que le *Times* vient de consacrer aux cultures de la Réunion. Il nous paraît intéressant de publier ici la traduction de la partie principale de cet important document :

« Il est intéressant, dit le *Times*, de comparer la situation de l'industrie sucrière à la Réunion avec celle de cette même industrie dans les colonies anglaises des Antilles. Il y a un peu plus de trente ans, la plantation de la canne à sucre fit fureur à la Réunion et cet engouement modifia profondément la condition économique de l'île. Elle entraîna la destruction des plantations de café et de girofle existantes ainsi que des forêts entières d'essences précieuses. Si le gouvernement n'avait pas arrêté cette dévastation par une législation sévère en matière forestière et libéralement reboisé l'île, la Réunion serait bientôt devenue aussi dénudée qu'Aden.

« La baisse du sucre et la concurrence de la betterave ont été ressenties à la Réunion presque aussi cruellement que dans les Antilles anglaises; toutefois, les raffineurs ont plus souffert de la crise que les planteurs. Quoi qu'il en soit, la Réunion serait dans une situation infiniment plus fâcheuse qu'elle n'est en réalité si elle n'avait eu à dépendre que de ses plantations de canne. Heureusement, plusieurs de ses planteurs ont été sauvés de la ruine en s'adonnant à la culture d'autres produits, non pas à la place, mais accessoirement à celle de la canne à sucre, et bien des déficits sur la canne ont été comblés et au delà par les beaux profits réalisés sur la vanille et appuyés par des ventes de manioc, de café, de tabac, de parfums, de girofles et de produits maraîchers. La principale de ces cultures est la vanille, qui figure à l'heure actuelle à côté de toutes les plantations de canne, en plus ou moins grandes quantités, suivant la nature et la situation de la propriété.

« Dans certains districts, la culture de la vanille constitue même la principale ressource des habitants; les courettes, les jardins, les petits lopins de terre qui entourent les habitations, sont couverts de plants de vanille dont les produits sont absorbés par les négociants du voisinage.

« La culture du café forme ensuite le principal appoint des planteurs de canne; cependant, quoiqu'elle réussisse bien dans certaines régions de l'île, les planteurs hésitent à lui donner un développement plus considérable à cause de la longue période d'attente qui précède celle du rendement et aussi par crainte de la maladie. Quoi qu'il en soit, il y a progrès constant dans cette culture et on peut prévoir qu'avec le temps sa production égalera celle des beaux jours d'il y a soixante-dix ans.

« Le tabac est très cultivé en petites quantités par les classes pauvres, mais les grands planteurs le délaissent presque complètement. C'est une culture qui fait bien ses frais, le tabac de la Réunion étant très apprécié par les créoles de l'île et de Madagascar et aussi dans une certaine mesure par ceux de Maurice. — On cultive également dans l'île des essences de bonne qualité, le géranium, le patchouli, le ylang-ylang, etc.; toutefois on éprouve des difficultés à les faire entrer en concurrence sur les marchés d'Europe avec des essences plus connues. Le tapioca est également un produit d'exportation dont la culture a pris une extension importante. Aussi, quoique la culture de la canne à sucre reste la base des productions de l'île, on voit, par le rapport de notre consul, que les cultures secondaires jouent un rôle important pour contre-balancer la baisse du sucre et les pertes éprouvées sur ce point.

« A côté de ces produits d'exportation, les propriétaires de la Réunion font des récoltes importantes de maïs, de haricots, de pois et de produits maraîchers et fruitiers destinés à leur propre consommation et à celle de l'île. Il se fait également des exportations importantes de ces produits à l'île Maurice et à Madagascar.

« Ainsi, à l'exception de la farine, de la betterave et du riz, qui viennent en totalité du dehors, on voit qu'une propriété à la Réunion qui est bien gérée peut complètement subvenir à tous les besoins de son exploitation, non seulement en ce qui concerne l'alimentation des hommes et des animaux, mais même à l'égard de celle des usines, car on ne se sert pas de charbon pour actionner les moteurs. En outre, si la propriété se trouve dans le voisinage d'une ville ou du chemin de fer, elle peut encore réaliser de beaux bénéfices rien que par l'écoulement de ses produits maraîchers.

« On pourrait faire beaucoup plus encore, notamment en ce qui concerne la culture du blé, l'élevage du bétail et du mouton; quoi qu'il en soit, » conclut l'auteur de l'article, en citant textuellement le rapport du consul anglais, « ce qui a été fait est entièrement à l'honneur de la Réunion et ses efforts méritent bien d'être signalés à l'attention des colonies tropicales anglaises comme un exemple à suivre. »

L'Exposition internationale des Pêches à Bergen en 1898. — Une Exposition internationale des pêches, placée sous le patronage de S. M. Oscar II, roi de Suède et de Norvège, s'ouvrira à Bergen le 16 mai prochain et se terminera le 30 septembre. L'utilité d'instituer une section française à cette Exposition ressort principalement de ce fait, que la France pourrait importer à Bergen des produits que la Norvège a jusqu'à présent reçus en quantité prépondérante de l'Angleterre, de l'Allemagne et de l'Italie. Ces trois nations fournissent ensemble plus de la moitié des huiles d'olive consommées en Norvège. La participation de nos fabricants de Provence et de Tunisie à l'Exposition de Bergen pourrait changer considérablement cet état de choses. Il en serait de même de l'importation du sel, pour laquelle la France n'arrive qu'au septième rang après l'Italie, l'Espagne, l'Angleterre, l'Allemagne, le Portugal et la Suède. Notre pays ne fournit, en effet,

que 2 °/₀₀ des 1.240.000 kilos de sel annuellement importés en Norvège. La presque totalité de ce produit, 60 °/₀, est fournie par l'Italie. Nos salines du Midi et de l'Est trouveraient d'autant plus facilement un débouché à Bergen, que la quantité de sel qui y est consommée ne cesse de croître, et, selon toute vraisemblance, augmentera beaucoup d'ici à quelques années, en raison du grand développement que les Norvégiens s'appliquent à donner à leur industrie des conserves de poisson.

Cette industrie réclame non seulement de l'huile et du sel, mais aussi du liège; or, la participation française dans l'importation de ce produit naturel n'est que de 6 °/₀ pour le liège brut et de 7 °/₀₀ pour le liège ouvré. Espérons que les exploitants de nos grandes forêts de Kroumyrie comprendront tout l'intérêt qu'il y a pour eux à être représentés à Bergen.

Enfin, la France n'introduit en Norvège ni poisson salé ou séché, ni poisson mariné autre que la sardine, ni filets, ni hameçons, ni toiles à voiles, alors que le chiffre total de ces importations, en provenance d'autres pays européens, a été, en 1895, de 7 millions de kilos de marchandises.

Somme toute, le chiffre des importations en Norvège s'élevant à 300 millions de francs, la France n'y contribue que pour 6 millions, soit environ 2 °/₀.

C'est en vue de remédier à cette fâcheuse situation que la Société « L'Enseignement professionnel et technique des Pêches maritimes » a pris l'heureuse initiative de créer une section française à l'Exposition de Bergen. Elle a obtenu, à cet effet, de précieux concours. M. Grève, vice-consul de France à Bergen, et M. Pérard, ingénieur des Arts et Manufactures à Paris, ont bien voulu accepter les fonctions de commissaires généraux de la Section. En outre, un Comité d'organisation s'occupe dès à présent de recueillir des adhésions de participation à l'Exposition. Ce Comité, qui aura aussi mission d'examiner les produits à admettre, est composé comme suit :

Comité d'organisation. — *Président :* M. Emile Cacheux, ingénieur, membre du Conseil supérieur de la Marine marchande. *Commissaires généraux :* MM. Grève, vice-consul de France à Bergen; Pérard, ingénieur des Arts et Manufactures à Paris.

Comité I : Sciences. — Technique des pêches. Instruments de recherches et d'études. Livres. Cartes. Enseignement. Pisciculture. *Président :* M. le baron J. de Guerne, secrétaire général de la Société d'Acclimatation. *Membres :* MM. Raphaël Blanchard, professeur à la Faculté de Médecine; Emile Belloc, vice-président de la Société centrale d'Agriculture et de Pêche; J. Thoulet, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy; Raveret-Watel, vice-président de la Société nationale d'Acclimatation; Edouard Blanc, explorateur; René de Cuers, secrétaire du Syndicat de la Presse coloniale; Louis Olivier, directeur de la *Revue générale des Sciences.*

Comité II : Industrie. — Produits de pêche. Matériel de pêche. Engins de pêche (liège). Bateaux de pêche. Equipement. Préparation et conservation du poisson (sel, huile). Produits manufacturés dérivés de l'industrie des pêches. *Président :* M. Piaud, ingénieur en chef du bureau Veritas. *Vice-président :* M. E. Canu, directeur de la Station aquicole de Boulogne-sur-Mer. *Secrétaire :* M. P. Dubar, directeur de la succursale des Etablissements Cail, à Saint-Denis. *Membres :* MM. Bougault, Duchesne, Courtois, Forest, Boucley, Nortier, Pierre Lemy, Gournay-Hédouin, Douane, Calvet.

Comité III : Ostréiculture. — Huîtres. Moules. Coquillages. Plans d'établissements ostréicoles. *Président :* M. Pottier, commissaire de la marine, à Arcachon. *Membres :* MM. Delamarre-Deboutteville, Seppé, Laroque, Jardin, Godefroy.

Comité IV : Economie sociale et statistique. — *Président :* M. G. Hamon, professeur à l'Institut commercial. *Secrétaire :* M. Deléarde. *Membres :* MM. Berthoule, d'Orbigny, Moutier, Léon Marie, Dibos, de Bethencourt, Chamberet, Turquan.

Comité V : Pêche considérée comme un sport. — *Président :* M. de Montgomery, membre de l'Union des Yachts. *Secrétaire :* M. le Dr Aumont. *Membres :* MM. Tellier, G. Paillard, Renaut.

Nous prions ceux de nos lecteurs français qui désireraient prendre part à l'Exposition, de nous en aviser le plus tôt possible et de nous adresser des notices sur leurs produits.

Projet de câble pour l'Islande. — Le Parlement Islandais a récemment accepté l'offre, faite par la *Great Northern Telegraph Company*, de poser, entre l'Islande et le Nord de l'Ecosse, un câble sous-marin passant par les îles Feröe, moyennant une subvention de 35.000 couronnes pendant vingt ans. La pose du câble aura lieu l'été prochain et ne durera probablement pas plus de six semaines. La distance entre le nord de l'Ecosse et Thorshavn, dans les Feröe, est d'environ 400 kilomètres, la profondeur maximum de 254 brasses; le fond est composé de débris de coquilles et de vase. Des îles Feröe à l'Islande, la distance varie de 380 à 560 kilomètres suivant le point d'atterrissage; la profondeur moyenne est de 300 brasses; à un seul point elle est de 680 brasses. Le fond est composé de sable, de débris de coquilles et de vase; en deux endroits seulement, on a trouvé de la pierre ponce. Le câble se continuera ensuite par terre jusqu'à Reykjavik.

Ce projet est fort approuvé en Angleterre où on le considère comme l'amorce d'un nouveau câble qui irait en Amérique par le Groenland et l'île d'Hamilton dans le Labrador. En 1860, des études avaient déjà été faites en ce sens par le capitaine (aujourd'hui amiral) Mac Clintok sur le navire *Bulldog*, et par M. Croskey sur le steamer *Fox*; les rapports de ces deux explorateurs serviront en partie pour la pose du câble vers l'Islande.

§ 5. — Universités

La question des étudiants étrangers à la Faculté de Médecine de Paris. — On sait que la Faculté de Médecine de Paris ne délivre plus aux étudiants de nationalité étrangère de diplôme leur permettant d'exercer la médecine en France. Ceux-ci ne peuvent emporter de notre grande Ecole qu'un simple titre, celui de Docteur de l'Université de Paris. Cette mesure anti-libérale a été prise en vue de *protéger* contre la concurrence d'étrangers les praticiens français. En l'adoptant, on avait espéré aussi qu'elle ferait refluer vers nos écoles de province les étrangers désireux de faire leurs études médicales en France. Il était cependant à prévoir que ceux-ci seraient beaucoup moins attirés par les centres provinciaux que par la Capitale.

Or, tel vient d'être le résultat du nouveau régime. Il a eu pour effet immédiat de faire tomber en un an de 1.046 à 657 le nombre des élèves étrangers étudiant à la Faculté de Médecine de Paris; et, d'autre part, les écoles de médecine de province n'ont reçu de ce fait aucun appoint supplémentaire.

Nous croyons savoir qu'il est question d'aggraver cette fâcheuse situation, et que la Faculté de Paris est actuellement saisie d'un règlement visant à interdire absolument aux étrangers l'accès de l'Ecole.

On ne saurait trop vivement protester contre de telles tendances. Le bien de notre pays exigerait, au contraire, que la Faculté de Médecine de Paris fît d'importants sacrifices pour attirer à elle les étrangers. Si elle leur ferme ses portes, ceux-ci iront non en province, mais *sûrement* en Allemagne. Revenus dans leur patrie, ils resteront en relation avec les médecins allemands, les libraires allemands, les fabricants allemands d'appareils chirurgicaux, etc., etc.; bref, contribueront à développer chez eux, *au détriment* de la France, l'influence intellectuelle et matérielle de l'Allemagne.

L. O.

LES PHOSPHATES D'ALGÉRIE

I. — Diversité d'origine et de nature des gisements de phosphates en Algérie.

Depuis longtemps on connaît et on exploite des dépôts de matières phosphatées dans différentes régions de l'Algérie.

Sur certains points du littoral et dans la partie montagneuse du Tell, on trouve des grottes de formation calcaire renfermant des dépôts de guanos produits par les déjections des chauves-souris et les cadavres de ces animaux.

Ces guanos sont généralement pulvérulents et renferment une forte proportion de matières terreuses. D'autres fois ils se présentent sous forme de dépôts légers, plus ou moins secs et odorants. Enfin, on trouve, là où les gisements sont en contact avec la roche calcaire, des masses de couleur brun clair, tendres et traversées de veinules blanches formées le plus souvent par un mélange riche en phosphate de chaux.

La composition de ces guanos varie avec l'état plus ou moins avancé des déjections, avec les matières terreuses qui y sont mélangées et suivant qu'ils ont plus ou moins subi l'action des eaux. Tous les intermédiaires existent entre les produits riches en azote et pauvres en phosphate et ceux où le phosphate domine et d'où l'azote est en grande partie éliminé. Ces produits renferment le plus souvent une certaine proportion d'azote nitrique et une partie de leur acide phosphorique est soluble dans le citrate d'ammoniaque.

Sur d'autres points on trouve des phosphates qui paraissent dériver des guanos. Les phosphates solubles se sont infiltrés dans la roche calcaire sous-jacente des grottes et l'acide phosphorique s'est combiné à la chaux pour former du phosphate de chaux. Dans d'autres cas, le phosphate de chaux, resté comme résidu principal, après dissolution du carbonate de chaux, s'est aggloméré en roche sous l'influence d'un ciment calcaire, ferrugineux ou organique. Il est alors constitué par des masses de couleur ocreuse plus ou moins tendres.

Ces accumulations de guanos et de phosphates, disséminées dans un grand nombre de régions, sont souvent peu importantes et quelquefois d'un accès difficile. D'autre part leur richesse est aussi souvent assez faible, ce qui oblige à les utiliser dans un rayon peu éloigné des gisements.

Néanmoins, ces produits constituent d'excellents engrais et représentent, pour l'agriculture locale, une source de matières fertilisantes non négligeables.

Quant aux phosphates minéraux proprement dits, les premiers gisements connus en Algérie furent ceux situés dans le *Miocène moyen* (Helvétien), constitué par ce que les géologues appellent le *calcaire à Mélobésies*. Les dépôts de phosphates de l'Helvétien se trouvent dans un grand nombre de localités des départements d'Oran et d'Alger (à Inkermann, au Koua, à Rio Salado, etc.), dans les fentes du calcaire ou dans des poches reliées entre elles par des veines ou filons. A la base des poches se trouve du phosphate de chaux concrétionné blanc ou jaune clair, très riche (de 30 à 40 °/₀ d'acide phosphorique). Au-dessus viennent des terres phosphatées mélangées de sable, d'argile et d'oxyde de fer, et dont la teneur est inférieure à 20 °/₀ d'acide phosphorique. L'exploitation de ces gîtes de phosphates concrétionnés n'est pas toujours économique pour l'exportation et une grande partie est utilisée dans le pays même.

La question en était là et la Colonie ne semblait pas très favorisée au point de vue des phosphates quand, il y a quelques années, en 1885, M. Thomas découvrit les phosphates dans un autre étage géologique. On reconnut bientôt que cette nouvelle zone à phosphates, située à la base de l'Eocène inférieur, dans le Suessonien, présentait une importance considérable.

Ces phosphates d'origine sédimentaire se trouvent dans la région des plateaux.

Cette formation phosphatée se présente avec des alternances de marnes avec nodules et de calcaire phosphaté.

Les phosphates marneux sont constitués par des nodules de formes et de dimensions variables, les petits nodules étant en général beaucoup plus riches que les gros. Les phosphates de la marne, moins riches que ceux du calcaire, ne sont pas encore exploités.

Le phosphate du calcaire se présente avec des facies différents suivant les régions. A Tébessa, où il se trouve dans des conditions exceptionnelles de richesse et de facilité d'exploitation, il est sous forme d'une roche plus ou moins friable, grenue, dont la couleur varie du gris jaunâtre clair au brun verdâtre, et constitué par l'agglomération, dans un ciment calcaire, d'une multitude de grains fins de forme variée. La plupart de ces grains sont formés de phosphate de chaux, recouverts d'une mince pellicule de phosphate de chaux pur déposée par les eaux. On y rencontre aussi des dents et os de poissons ou de sauriens et une notable quantité de silice. Sans nous appesantir sur le mécanisme qui

a donné naissance à ces phosphates, nous rappellerons les deux hypothèses qui ont été proposées pour en expliquer la formation. Les calcaires ou marnes sédimentaires qui contiennent du phosphate de chaux plus ou moins disséminé dans la masse sont attaqués par l'eau chargée d'acide carbonique, d'autant plus rapidement, toutes choses égales d'ailleurs, qu'ils sont plus perméables et plus poreux. Si les eaux dissolvantes sont abondantes, elles finissent par enlever la presque totalité du carbonate de chaux en laissant le phosphate sous forme de fragments plus ou moins volumineux. Ces dépôts sont ensuite remaniés par les eaux et amenés dans les restes fossiles de Poissons et de Reptiles, roulés par les eaux et réduits en fragments ténus et arrondis jusqu'à la dimension de grains de sable. L'origine remonterait à la fermentation bactérienne des débris d'animaux et végétaux déposés autrefois dans les estuaires.

Le Djebel-Dyr est un immense plateau rectangulaire de 45 à 50 kilomètres de tour. Il est constitué par une immense table de calcaire nummulitique, dominant de 7 à 800 mètres la plaine qui s'étend à l'ouest, et reposant sur un soubassement de couches phosphatées.

La puissance de ces couches phosphatées est

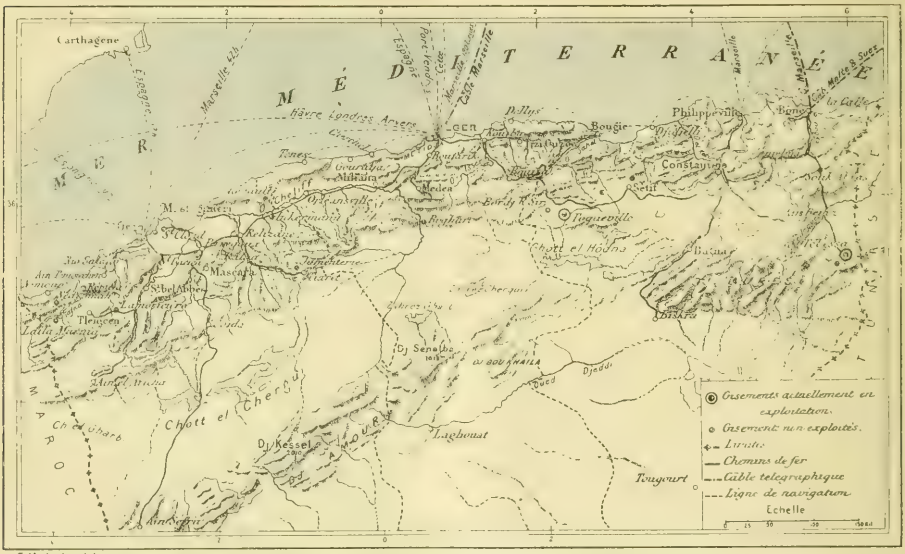


Fig. 1. — *Carte des gisements de phosphates de l'Algérie.*

les vallées, d'où les mouvements de l'écorce terrestre les ont fait sortir. A la surface de ces morceaux de phosphates est venue se déposer une couche phosphatée concrétionnée, provenant de la dissolution. On constate, en outre, que les nodules ont souvent une surface lisse, provenant des frottements mutuels auxquels ils ont été soumis par les grandes masses d'eaux qui les ont lavés. L'action des eaux de la mer dans ces phénomènes est indiquée, comme nous l'avons vu, par la présence fréquente de dents de squales et autres restes d'animaux marins, dont quelques-uns ont été déposés après que les nodules roulés ont eu pris leur forme actuelle.

D'après M. Ficheur, professeur à l'Ecole des Sciences d'Alger, qui a soigneusement étudié ces dépôts, cette formation serait surtout constituée par d'environ 12 à 15 mètres. La première couche a une épaisseur de 3 mètres. C'est la seule exploitée. La partie supérieure de cette couche (environ $0^{m},70$) est moins riche, dure, renferme de la silice et sert de toit à l'exploitation. Il y aurait là des centaines de millions de tonnes de phosphate.

Dans la région de Sétif et de Bordj-bou-Aréridj, au Djebel-M'zeita, près Bordj-R'dir, on trouve le phosphate sous forme de roche compacte, noirâtre, dure, piquetée de blanc et de gris. Cette roche, plus ou moins siliceuse ou calcaire, renferme aussi, mélangées aux nodules, des dents de squales.

Dans la région de Boghari, on trouve des sables et des marnes phosphatés dont les échantillons recueillis jusqu'à présent n'ont donné que des teneurs inférieures à 40 °/₀ de phosphate tribasique de chaux.

Des gîtes nouveaux ont été signalés en beaucoup d'autres points, et il ne peut manquer de s'en trouver dans le nombre quelques-uns qui seront susceptibles d'exploitation industrielle plus ou moins développée. Il paraît résulter, en effet, des recherches les plus récentes, que cette formation phosphatée s'étendrait, presque sans interruption, depuis Souk-Ahras jusqu'à Boghari et au delà, dans la direction de Tlemcen et constituerait une des plus riches mines de phosphate actuellement connues. Ces affleurements phosphatés reparaissent dans le centre de la Tunisie.

On trouve, plus au sud, une seconde bande phosphatée dans le massif de l'Aurès. Cette seconde zone se relie aux importants gisements de Gafsa, en Tunisie.

Rappelons enfin que, bien avant la découverte des gisements de la Tunisie et de Tébessa, Tissot, remarquant la relation constante qui existait, dans la province de Constantine, entre l'Eocène inférieur et les régions à céréales, en avait conclu que le phosphate de chaux devait exister dans le Suessonien. C'est, en effet, là où la couche phosphatée vient à affleurer ou sur les alluvions provenant du démantèlement de ces couches qu'on voit les cultures de céréales se succéder presque sans interruption depuis de longues années.

II. — Importance des phosphates pour l'agriculture algérienne.

Les phosphates d'Algérie peuvent devenir une source de richesse pour la Colonie si on sait les utiliser. Le sol de notre pays a surtout besoin, comme engrais, de phosphate; bien rares sont, en effet, les sols suffisamment pourvus d'acide phosphorique. La potasse est, au contraire, presque partout abondante. La plus grande partie des terres présente une richesse moyenne en azote.

Le tableau I, tiré de notre registre de laboratoire et résumant 261 analyses de terre d'Algérie, fournit à ce sujet des indications intéressantes à consulter.

Pour que l'emploi des phosphates se généralise et devienne avantageux pour la Colonie, il faut savoir s'il convient de les employer tels quels ou s'il est préférable de les transformer en superphosphates.

L'expérience a depuis longtemps montré qu'il n'était pas indifférent de fournir au sol l'acide phosphorique qui lui est nécessaire sous l'une quelconque de ses formes : phosphates naturels, phosphates d'os, superphosphates, phosphates précipités et scories de déphosphoration.

Le dosage brutal de l'acide phosphorique ne nous renseigne qu'imparfaitement sur la valeur agricole des divers phosphates et les opinions sont très partagées sur la valeur des moyens chimiques proposés pour mesurer l'assimilabilité par les plantes de l'acide phosphorique qu'ils renferment.

Jusqu'à ces dernières années, on avait adopté le citrate d'ammoniaque alcalin pour mesurer l'assimilabilité des phosphates, mais des savants éminents (Stutzer, Grandeau) se sont inscrits contre cette pratique. D'après B. Dyer, une solution d'acide citrique à 1 %, comparable par son acidité au suc des racines des plantes, donnerait des résultats beaucoup plus certains pour estimer la valeur fertilisante des phosphates minéraux. En

Tableau I. — Analyse de terres d'Algérie[1].

1° Azote.	
Terres contenant moins de 0g5 ‰ d'azote. . . .	25
— — de 0,5 à 1,0 —	80
— — de 1,0 à 1,5 —	113
— — de 1,5 à 2,0 —	36
— — plus de 2,0 —	7
2° Acide phosphorique.	
Terres contenant moins de 0g5 ‰ d'acide phosph.	34
— — de 0,5 à 1,0 —	110
— — de 1,0 à 1,5 —	71
— — de 1,5 à 2,0 —	33
— — plus de 2,0 —	16
3° Potasse.	
Terres contenant moins de 1g0 ‰ de potasse . .	13
— — de 1,0 à 2,0 — . .	40
— — de 2,0 à 3,0 — . .	59
— — de 3,0 à 4,0 — . .	42
— — de 4,0 à 5,0 — . .	36
— — plus de 5,0 — . .	81
4° Chaux.	
Terres contenant moins de 50g0 ‰ de chaux . .	181
— — de 50 à 100,0 — . .	29
— — plus de 100,0 — . .	51

Allemagne, on se sert du citrate acide d'ammoniaque de Wagner pour apprécier la valeur agricole des scories.

Il convient donc, dans l'état actuel de nos connaissances, de n'accepter qu'avec une certaine réserve les indications fournies par l'examen chimique. Les cultures expérimentales peuvent seules nous éclairer d'une manière certaine sur le degré d'assimilabilité des diverses matières phosphatées.

L'expérience montre que, dans nos terres, l'emploi simultané d'une bonne fumure phosphatée et d'une petite dose d'azote permet d'augmenter considérablement les rendements, mais l'emploi de phosphates non appropriés à la nature du sol peut conduire à des résultats onéreux pour l'agriculteur et faire naître dans son esprit des doutes sur leur efficacité.

[1] Tous ces résultats sont rapportés au kilo de terre desséchée à 100.

La question de l'assimilabilité de l'acide phosphorique par les plantes a une telle importance pour la pratique agricole qu'il était indispensable de l'étudier en ce qui concerne spécialement les phosphates d'Algérie destinés, par la puissance de leurs gisements, dans un avenir prochain, à prendre l'une des premières places sur le marché. Le mécanisme par lequel la plante assimile les phosphates nous est connu dans ses traits essentiels. Chaque poil absorbant de la racine, en se développant, s'applique étroitement sur les particules de phosphate, et le liquide acide qui imbibe la membrane du poil attaque, digère les molécules de phosphate en contact avec elle. Les molécules ainsi attaquées, rendues solubles, sont ensuite absorbées comme les matières solubles ordinaires, conformément aux lois physiques d'osmose et de diffusion et proportionnellement à leur consommation par la plante.

La région des poils, la seule active au point de vue qui nous occupe, c'est-à-dire de l'absorption, se trouve un peu au-dessus de l'extrémité de la racine. Cette zone se déplace au fur et à mesure que la racine s'allonge, elle suit la coiffe, se renouvelant sans cesse par l'extrémité voisine de celle-ci et s'exfoliant par l'autre extrémité par suite de la subérification des cellules de l'écorce. Les racines parcourent ainsi le sol dans toutes les directions, exploitant successivement les différentes couches.

D'après cela, il est clair que l'absorption des phosphates par les racines doit être sous la dépendance de deux causes essentielles :

1° De la division mécanique qui détermine la grandeur des surfaces offertes à l'action des radicelles;

2° De l'agrégation moléculaire, c'est-à-dire de la résistance propre de la particule phosphatée à la dissolution.

De plus, l'action des phosphates est essentiellement variable avec la nature du sol; elle dépend aussi de l'espèce de plante cultivée.

En ce qui concerne l'action d'un phosphate déterminé, il existera, pour une plante donnée, autant de solutions générales qu'il y a de sols différents.

C'est pour ne pas avoir tenu compte de ces diverses considérations qu'on est arrivé à des résultats qui semblent contradictoires. C'est là que doit être recherchée la raison des divergences d'opinion de la part de personnes également autorisées.

D'une manière générale, plus les phosphates sont finement moulus, plus ils sont actifs. Il y a cependant une limite au delà de laquelle la division ne semble pas avoir une influence sensible. D'après M. Wagner, cette limite serait donnée par le tamis avec mailles de 1/10 de millimètre de côté.

Les phosphates naturels conviennent particulièrement aux terres acides, mais les différents phosphates sont loin d'avoir la même efficacité. Ce sont les nodules du Gault qui semblent jusqu'ici les plus aptes à être assimilés directement.

Les superphosphates conviennent à toutes les terres, sauf aux terrains acides.

Les partisans de l'emploi direct des phosphates naturels disent qu'il est bien inutile de donner de l'acide phosphorique soluble au sol puisqu'il devient immédiatement insoluble. Ce n'est pas tout à fait exact. Il résulte des recherches que nous avons faites en mettant en contact, dans des tubes, du superphosphate et différents sols, que l'acide phosphorique soluble disparaît rapidement, mais que cette insolubilisation de l'acide phosphorique n'a pas la même vitesse suivant les diverses terres et est fonction d'un certain nombre de facteurs.

D'autre part, nous savons que l'acide ainsi insolubilisé à l'état de phosphate de chaux, de fer ou d'alumine, est soluble dans le citrate d'ammoniaque et ne saurait être comparé à l'acide des phosphates naturels soluble seulement dans les acides minéraux.

D'un autre côté, le traitement des phosphates par l'acide sulfurique est une opération coûteuse qui double presque le prix de l'unité de l'acide phosphorique.

En ce qui concerne les phosphates d'Algérie, faut-il donner la préférence aux phosphates naturels parce qu'ils sont moins chers, ou convient-il d'employer les superphosphates qui, seuls, contiennent l'acide phosphorique assimilable? En d'autres termes, les phosphates d'Algérie peuvent-ils être employés directement, sans autre préparation qu'une simple mouture, ou doivent-ils préalablement passer par l'intermédiaire des superphosphates?

La question ainsi posée comporte une étude de longue haleine qui peut conduire à des solutions multiples, et les résultats des expériences faites l'année dernière sur une seule nature de sol, expériences que nous résumons ci-dessous, ne sauraient être généralisées.

Cette réserve faite, voici un résumé des expériences entreprises pour déterminer l'assimilabilité relative de l'acide phosphorique des phosphates d'Algérie.

Nous avions organisé deux sortes d'expériences:

1° Des recherches expérimentales dans des pots en terre cuite de $0^m,30$ de profondeur, et $0^m,36$ de diamètre intérieur à la partie supérieure, et pouvant contenir chacun 30 kilos de terre; 2° des expériences en grande culture.

Nos expériences en grande culture n'ont absolument rien donné : dans les unes, les semailles ont été faites trop tard pour que la plante puisse évoluer normalement ; dans les autres, la préparation du sol a été parfaite, les semailles faites à une époque convenable, mais l'extrême sécheresse du printemps a empêché les plantes de se développer.

Dans les recherches de ce genre, pour obtenir des résultats exacts pouvant conduire à l'établissement des principes scientifiques destinés à servir de base à la science des engrais, et pour se guider dans les essais entrepris au point de vue démonstratif, il faut absolument placer les plantes dans des conditions telles que toutes les forces qui peuvent influencer l'accroissement soient égales — sauf l'engrais à étudier — dans toutes les expériences.

Ces conditions sont réalisées dans les pots ou dans les caisses à végétation placés en plein air.

La terre qui a été employée pour ces expériences était une terre rouge sableuse que l'on trouve très répandue dans le Sahel d'Alger. Voici sa composition :

	Par kilo de terre à l'état sec
Azote	0,69
Acide phosphorique	0,45
Potasse	1,34
Chaux	38,88
Acide sulfurique	traces

C'est donc une terre pauvre en azote et en acide phosphorique. Les expériences ont été faites avec le blé, l'orge, la vesce, les haricots et le béchena (*Holcus sorghum*).

Chaque pot reçut 25 kilos de terre, préalablement bien mélangée et passée au tamis, et cinq graines préalablement mises à germer dans un cristallisoir entre deux feuilles de papier buvard. Dans chaque série, un pot resta sans engrais. Tous les autres reçurent les divers phosphates mis en expérience qui furent intimement mélangés à la terre. Le poids de chacun d'eux avait été calculé de manière à donner à la terre des différents pots la quantité uniforme de 25 grammes d'acide phosphorique, soit 0,1 %.

Toutes ces expériences ayant donné des résultats concordants, je ne citerai à titre d'exemple que les chiffres obtenus avec le blé et la vesce. (Tableaux II et III.) Les figures 2 et 7 donnent l'aspect des plants de blé et de vesce cultivés avec différents phosphates.

Tableau II. — Blé.

N° des pots	NATURE DES PHOSPHATES	NOMBRE des tiges	POIDS TOTAL	POIDS de la paille	POIDS des grains	POIDS des balles	POIDS des racines sèches
			gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
1	Phosphate de Bordj	30	179	107	54	18	»
2	— du Chéliff	34	210	123	65	22	»
3	— d'Oran	33	222	142	63	17	»
4	Scories	38	272	172	69	31	»
5	Phosphate de Tébessa n° 1	30	227	144	60	23	»
6	— — n° 2	26	194	118	53	23	38
7	Superphosphate	41	289	184	74	31	60
8	Témoin	32	218	138	57	24	44

Tableau III. — Vesce.

N° des pots	NATURE des phosphates	POIDS en vert	POIDS à l'état de fourrage sec	POIDS des racines sèches
		kil. gr	gr	gr
17	Phosphate de Bordj	0,432	95	»
18	— du Chéliff	0,498	112	»
19	d'Oran	0,459	114	»
20	Scories	0,638	151	»
21	Phosp. de Tébessa n° 1	0,391	100	»
22	— — n° 2	0,351	80	35
23	Superphosphate	1,210	232	59
24	Témoin	0,375	85	31

Les superphosphates mis en expérience étaient obtenus avec les phosphates de Tébessa.

Voici, d'autre part, la composition des phosphates mis en expérience :

	Acide phosphorique
Phosphate de Bordj-bou-Arréridj	25,57
de Tébessa n° 1	29,00
— — n° 2	29,33
— d'Oran (Misserghin)	24,00
— du Chéliff (Inkermann	21,33
Scories	17,02

L'examen de l'ensemble de tous les résultats nous montre que les superphosphates et les scories en apportant de l'acide phosphorique facilement assimilable permettent d'obtenir un accroissement notable de récolte ; les scories sont moins actives que les superphosphates. Les phosphates naturels n'ont produit aucun résultat appréciable. D'autre part, l'influence du superphosphate sur le développement des racines est tout à fait manifeste et éclaire

le problème, si important pour notre Colonie, de l'action de l'acide phosphorique assimilable sur les plantes de grande culture, en montrant que la plante, stimulée par lui à développer de puissantes racines, peut utiliser d'une manière beaucoup plus parfaite les ressources naturelles du sol et résister à la sécheresse.

Si l'on considère que la dose d'engrais phosphaté incorporé au sol a été considérablement exagérée, à dessein, dans ces expériences, il ne nous paraît pas douteux que, dans la pratique courante, l'action des phosphates naturels soit à peu près nulle, dans les terrains sableux, pauvres en matières humiques et analogues à celui qui nous a servi pour ces expériences.

Dans ces terrains, les engrais phosphatés se comportent différemment suivant la nature des plantes.

Ainsi, dans nos expériences, les inégalités observées en faveur du superphosphate sont maximum avec les légumineuses, et, parmi les céréales, l'orge est plus sensible que le blé à l'action du superphosphate.

Jusqu'au tallage, l'aspect des céréales reste à peu près le même ; mais à ce moment, des différences considérables se révèlent brusquement aux yeux. Tandis que les plantes, alimentées avec des phosphates naturels et les témions, tallent peu et lentement, les plantes alimentées avec les superphosphates et les scories prennent une teinte vert foncé et donnent un grand nombre de ramifications. Ces inégalités de végétation se maintiennent, sans s'accentuer, jusqu'à la récolte.

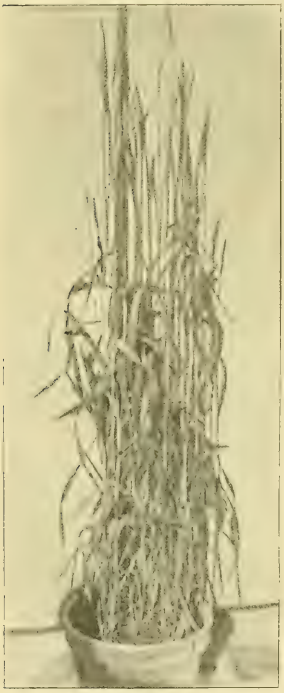


Fig. 2.

Fig. 3.

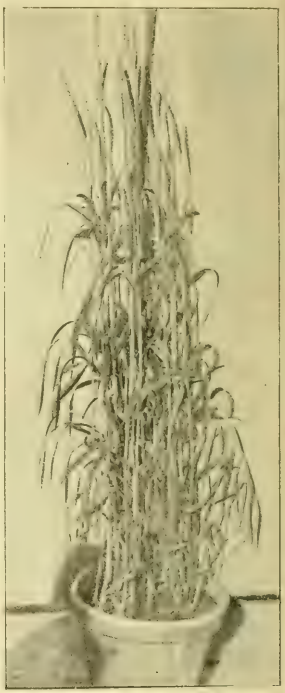


Fig. 4.

Fig. 2 à 4. — *Comparaison entre les plants de blé cultivés en pots avec divers phosphates :* avec du phosphate de Tébessa n° 1 (fig. 2), avec du superphosphate (fig. 3), sans phosphate (fig. 4).

C'est donc au moment du tallage que le besoin d'acide phosphorique est à son maximum et, dans les conditions de nos expériences, les phosphates naturels à la dose énorme de 4.000 kilos d'acide phosphorique à l'hectare, ont été impuissants à fournir aux plantes la quantité qui leur était nécessaire.

Il y a là une période critique dans le développement des céréales.

Comme les céréales, les haricots ont besoin de trouver dans le sol de l'acide phosphorique sous une forme rapidement assimilable, ils ont faim d'acide phosphorique et, s'ils n'en trouvent pas la

petite quantité qui leur est nécessaire, ils se développent mal.

L'acide phosphorique soluble, en accélérant le développement de ces plantes, en hâte très sensiblement la maturité.

A l'inverse de ce que nous avons constaté chez les céréales, ce sont les vesces alimentées aux superphosphates et scories qui sont entrées en fleur les dernières. L'absorption de l'acide phosphorique est d'abord faible et parallèle à la croissance. Ce n'est que plus tard, vers la floraison, que le besoin d'acide phosphorique devient plus intense.

En ce qui concerne le béchena, les superphosphates et les scories ont également favorisé le départ de la végétation, mais il semble que lorsque le système radiculaire est constitué, cette plante peut tirer des phosphates naturels les petites quantités d'acide phosphorique dont elle a besoin et paraît moins sensible à la fumure phosphatée qu'aux autres conditions de végétation (nature du sol, humidité, etc.).

Si les céréales, en général, ont besoin de beaucoup d'acide phosphorique soluble pendant leur première période de croissance, ce besoin devient encore plus impérieux dans les pays chauds, parce que dès que les conditions d'humidité sont satisfaisantes, la croissance est rapide et le tallage se fait vite.

En attendant que des expériences précises nous aient renseigné sur le pourcentage d'acide phosphorique que peut céder le stock de réserve dans un temps déterminé, nous croyons qu'il est prudent de donner aux plantes 3 à 400 kilos de superphosphate pour parer aux premiers besoins (dose de restitution), et le reste de l'acide phosphorique sous forme de phosphate naturel d'Algérie, pour satisfaire aux besoins subséquents et pour augmenter la réserve du sol s'il est pauvre en acide phosphorique. Nous pensons qu'il y a avantage à diviser ainsi la fumure. De cette manière, si on a eu soin de préparer la terre par un labour de printemps, avant que l'été l'ait desséchée, pour que, sous l'influence de l'aération du sol encore humide, la nitrification puisse se poursuivre aussi longtemps que l'humidité persiste, les nitrates formés et emmagasinés sous forme de réserve seront utilisés

Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Fig. 5 à 7. — *Comparaison entre les plants de vesce cultivés en pots avec divers phosphates :* avec du phosphate de Tébessa n° 2 (fig. 5), avec du superphosphate (fig. 6), sans phosphate (fig. 7).

par les plantes au début de la végétation, concurremment avec l'acide phosphorique. Les céréales seront ainsi dans les meilleures conditions pour prospérer.

Dans les terres pauvres en azote organique et ne pouvant donner qu'une faible nitrification, il sera nécessaire de compléter la fumure en répandant 150 kilos de nitrate de soude par hectare ou de cultiver préalablement des légumineuses pour augmenter le stock d'azote.

III. — Régime de l'exploitation des phosphates en Algérie.

Le régime des exploitations de phosphates en Algérie est réglementé provisoirement par le décret du 22 octobre 1895, qui distingue entre les phosphates de chaux situés en terrains domaniaux, ceux situés dans les terrains des départements et des communes, et enfin ceux situés dans les terrains communaux de douars et dans les terrains relevant du droit musulman.

Dans tous les cas, le droit d'exploiter les phosphates n'est concédé que par voie d'adjudication publique portant sur une redevance à payer par tonne expédiée.

Le cahier des charges relatif à chaque amodiation fixe :

1° Les limites entre lesquelles le droit d'exploiter est accordé ;
2° La durée de l'amodiation ;
3° L'extraction minimum auquel l'amodiataire sera astreint dans les périodes successives de son amodiation ;
4° Les installations, travaux ou ouvrages que l'amodiataire devra exécuter en cours d'amodiation ou laisser à la fin de l'amodiation.

Pour éviter le gaspillage du gisement, l'amodiataire est, en outre, soumis à la surveillance et au contrôle des ingénieurs des mines. L'article 14 stipule qu'il sera perçu un droit de 0 fr. 50 par tonne de phosphate marchand et prêt pour la vente, mais que ce droit ne sera pas perçu sur les phosphates employés en Algérie.

D'un autre côté, le Parlement est actuellement saisi d'un projet de loi destiné à fixer d'une manière définitive la réglementation des exploitations des phosphates en Algérie. D'après ce projet, les concessionnaires devront payer, en plus de la redevance fixée par adjudication publique, un droit d'extraction de 2 francs par tonne de phosphate expédiée à l'étranger. Ce point est extrêmement important pour l'avenir de l'exploitation des phosphates en Algérie et pour l'agriculture de la Métropole et de la Colonie. Il importe, en effet, de n'établir aucune différence entre les phosphates consommés en France et en Algérie.

D'autre part, il faudrait que le droit d'extraction fût suffisant pour mettre sur un pied d'égalité notre industrie des phosphates et des superphosphates avec celle de l'étranger, mais il ne faudrait pas non plus qu'il fût trop élevé pour entraver l'exploitation. A notre avis, le droit d'extraction indiqué dans le projet déposé sur le bureau de la Chambre est trop faible.

L'Angleterre et la Belgique continueront à nous enlever la majeure partie de nos phosphates pour nous les retourner après leur transformation en superphosphate. Si, jusqu'à présent, la Belgique n'importe que peu de phosphates naturels, à l'exception des phosphates riches de l'Oise et de la Somme, puisqu'elle a en abondance des craies phosphatées, l'Angleterre, au contraire, ne maintient sa fabrication de superphosphate, qui est la première du monde, que par l'importation des phosphates étrangers, la production indigène étant de plus en plus réduite. Les usines de ces deux pays peuvent se procurer la matière première et l'acide sulfurique à un bas prix qui sera difficilement atteint en France et en Algérie.

Les phosphates peuvent arriver en Angleterre sans être grevés de frais de transport élevés parce que les armateurs se contentent d'un frêt très minime.

En Belgique, la plupart des transports peuvent se faire par eau et le prix de l'acide phosphorique est descendu à 0 fr. 08 l'unité. Quant à l'acide sulfurique, son prix, grâce au grillage des pyrites qui sont fournies gratuitement à la condition de rendre le minerai désulfuré aux usines métallurgiques, à l'utilisation des résidus de grillage, à la substitution progressive de la *blende* à la pyrite, tend à baisser de plus en plus.

Enfin, à ces diverses causes, il faut ajouter le bas prix de la houille dans ces deux pays.

Il faudrait également que le droit d'extraction fût variable avec la richesse des phosphates, car un droit unique présenterait le danger de pousser les concessionnaires à n'exploiter que les couches riches et à gaspiller les gisements pauvres.

On pourrait, par exemple, diviser les phosphates en trois catégories : La première comprendrait les phosphates contenant plus de 30 °/₀ d'acide phosphorique ou 65,5 de phosphate tricalcique, avec un droit d'extraction de 4 francs par tonne ; la seconde, ceux contenant de 25 à 30 °/₀ d'acide phosphorique ou de 54,58 à 65,5 de phosphate tricalcique, avec un droit de 3 francs par tonne ; la troisième, ceux renfermant moins de 25 °/₀ d'acide phosphorique, avec un droit de 2 francs par tonne. La plupart des phosphates de Tébessa seraient compris dans la seconde catégorie. C'est ainsi que cela se pratique pour les phosphates de la Floride.

La Commission de la Chambre a, paraît-il, admis en principe que le concessionnaire qui organiserait la participation des ouvriers aux bénéfices jouirait d'une réduction de redevance. Nous approuvons entièrement cette décision de la Commission, mais à la condition que le concessionnaire soit tenu d'employer la main-d'œuvre *française*, autrement nous ne voyons pas l'utilité de faire participer les ouvriers étrangers aux bénéfices de l'exploitation.

Les tableaux de la Statistique générale des Douanes montrent que nous sommes tributaires de l'étranger pour les superphosphates. C'est un état de choses que nous devons nous efforcer de faire disparaître. De pays importateur, nous pouvons devenir pays exportateur et profiter ainsi des bénéfices réalisés par nos voisins. Nous sommes dans de moins bonnes conditions que les Anglais et les Belges au point de vue du prix de revient de l'acide sulfurique, mais nous avons d'immenses approvisionnements de phosphates naturels.

En résumé, il résulte de cet ensemble de faits que, pour lutter contre la concurrence étrangère, nous sommes obligés d'établir un droit d'extraction assez élevé sur les phosphates exportés. Ce droit doit être suffisant pour limiter l'exportation de nos phosphates naturels, afin qu'ils soient transformés chez nous en superphosphate et exportés ensuite, tout en laissant une perspective de bénéfice assez large pour engager les capitaux à entrer dans ce genre d'affaires. Dans tous les cas, il est à souhaiter que le projet soumis au Parlement soit examiné le plus tôt possible afin de faire cesser l'incertitude qui est une cause de difficultés et de retards pour les entreprises individuelles.

IV. — Importance de la production et modes d'exploitation des phosphates algériens en Algérie.

§ 1. — Chiffres de production et d'exportation.

La consommation totale des engrais phosphatés en Europe est de près de 5 millions de tonnes. Celle de la France, annuellement, d'environ 1 million de tonnes. Si l'on rapporte la consommation au kilomètre carré, la France vient seulement au cinquième rang avec 1.800 kilos environ, alors que la consommation de la Hollande et de la Belgique est cinq fois plus élevée.

Il en résulte que la consommation des matières phosphatées est loin d'avoir atteint son apogée et que la production peut se développer encore beaucoup sans qu'il y ait lieu de craindre une surproduction.

Les syndicats agricoles ont puissamment contribué à vulgariser et à développer la consommation des phosphates en provoquant l'abaissement des prix par suite de la multiplicité des offres, la garantie et le contrôle des livraisons. Nous voudrions voir les syndicats agricoles se multiplier en Algérie, où ils pourraient rendre des services importants aux colons. L'exemple du syndicat de Rouïba est là pour le démontrer.

Il suffirait d'un homme de bien, dévoué à l'agriculture, dans chaque région, pour réveiller les apathies et décider les colons à s'unir pour la défense de leurs intérêts communs.

Depuis quelques années, malgré la demande croissante de l'agriculture, le prix de l'acide phosphorique a toujours été en diminuant. Il en est résulté que les gisements de phosphates pauvres, incapables de supporter la concurrence des minerais riches, sont restés inexploités.

La période actuelle est donc caractérisée par le bas prix de l'acide phosphorique. Nous ne pensons pas qu'il se relèvera, ce qui serait nuisible à l'accroissement de la consommation; nous pensons plutôt que, grâce au perfectionnement des procédés d'enrichissement sur place et à la diminution des frais de transport, les phosphates pauvres pourront, aux prix actuels, entrer dans le cycle de la consommation.

La presque totalité des phosphates de Tébessa étant exportée par le port de Bône, le mouvement de sortie de ces phosphates par ce port donne assez exactement la mesure de la production à Tébessa.

Le tableau IV indique ce mouvement d'exportation en tonnes (1.000 kilos).

Tableau IV. — Exportation des phosphates de Tébessa par Bône.

ANNÉES	EXPORTATION totale	PAYS DESTINATAIRES			
		ANGLETERRE	FRANCE	ALGÉRIE	AUTRES PAYS
1893	4.465	3.335	565	»	545
1894	45.757	26.341	3.849	»	15.787
1895	103.830	40.790	28.199	»	34.841
1896	150.137	53.800	36.617	8.000	51.720

C'est une augmentation d'environ 50.000 tonnes par an et on peut prévoir pour l'année 1897 une production d'au moins 200.000 tonnes qui, à 30 fr. la tonne, représenteront une valeur de 6 millions.

Parmi les pays importateurs non désignés dans le tableau, il faut citer en première ligne l'Italie, qui a acheté, en 1896, 20.472 tonnes, puis l'Allemagne qui vient après avec 17.300 tonnes, l'Autriche-Hongrie avec 4.050 tonnes, et enfin le Japon avec environ 4.000 tonnes[1].

[1] Le fret de Bône au Japon est seulement de 30 francs par tonne.

Les phosphates à destination de l'Italie et de l'Autriche-Hongrie vont à Gênes et à Fiume, où sont installées des usines pour la fabrication des superphosphates.

La presque totalité de ces phosphates est expédiée à l'état brut, tels qu'ils sont extraits de la mine, ou, s'ils sont humides, après un broyage grossier et un séchage.

On a dit que la ligne Tébessa-Souk-Ahras serait un obstacle au développement de l'exploitation des phosphates de Tébessa. C'est une question de matériel. La Compagnie peut facilement transporter 1.000 tonnes par jour, c'est-à-dire faire cinq trains de 200 tonnes chacun.

§ 2. — **Usines.**

La Compagnie Crookston exploite le plateau du Dyr proprement dit (fig. 8). L'exploitation est souterraine et passe sous le manteau de calcaire nummulitique qui recouvre la formation.

Des galeries de 2 mètres de hauteur environ sillonnent dans tous les sens la couche phosphatée qui a une épaisseur de 2 à 3 mètres et est constituée par des couches de richesse très différente.

Fig. 8. — *Vue des gisements de phosphate du Djebel-Dyr prise de la plaine située au-dessus des premiers contreforts.*

Le gisement est réuni au séchoir *situé au Col* par une voie Decauville de 6 kilomètres de longueur qui contourne le plateau du Dyr à la hauteur de la couche phosphatée, et reçoit les wagonnets qui débouchent des galeries. Sur une partie du parcours on a utilisé la pesanteur pour traîner les wagonnets.

Les voitures remplies de phosphate descendent la pente et remontent les voitures vides. Sur le reste du parcours, la traction est faite, en tout temps, par des chevaux.

A leur arrivée au séchoir, les phosphates sont d'abord broyés grossièrement pour que la dessiccation puisse s'opérer plus facilement.

De là, ils passent dans le séchoir, énorme cylindre tournant lentement dans un four en briques, chauffé au rouge. Un arbre portant une hélice sert à remuer le phosphate à l'intérieur du cylindre. Du séchoir, la matière passe dans des trémies qui la distribuent dans les bennes, lesquelles la transportent à l'usine de *Bou-Lhaf*, située seulement à 2.600 mètres du *Col* (fig. 9 et 10).

Fig. 9. — *Chemin de fer aérien pour le transport des phosphates entre le Col et Bou-Lhaf.*

Ces deux points sont à une différence de niveau

de 400 mètres et séparés par une gorge accidentée.

M. Crookston a utilisé d'une manière intelligente cette disposition du terrain en établissant un chemin de fer aérien (fig. 9). 33 pylônes en fer, de 25 mètres de hauteur, sont établis dans cette gorge et supportent deux câbles d'acier. Le câble supérieur sert à supporter les bennes qui roulent avec deux poulies (fig. 10).

Le câble inférieur opère la traction.

Des contrepoids assurent la tension des câbles. Les bennes, espacées de 100 mètres et chargées chacune de 450 kilos de phosphate, descendent sur le câble avec une vitesse de 2 mètres par seconde. Par un moyen simple et ingénieux, les bennes peuvent quitter le câble et le reprendre aux points d'arrivée et de départ, pour être déchargées et chargées.

Non seulement la force développée par la descente des bennes pleines est suffisante pour remonter les vides, mais il y a encore un excédent de 22 chevaux, utilisé pour le séchoir.

Bou-Lhaf est relié à la ligne de Tébessa-Souk-Ahras par une voie de 1 mètre qui aboutit à la gare de Youks-les-Bains et qui a 4 kilomètres de longueur. Les voitures de la Compagnie Bône-Guelma viennent jusqu'à Bou-Lhaf et reçoivent le phosphate, qui est amené par les bennes. Les trains pleins descendent seuls à Youks; vides, ils sont remontés à Bou-Lhaf par des chevaux.

Fig. 10. — *Vue d'un des pilones en fer supportant les câbles et d'une benne transportant les phosphates du Col à Bou-Lhaf.*

La Compagnie Jacobsen exploite les gisements du *Kouif* (fig. 11), situés plus au sud et qui sont la continuation du plateau du Dyr. La puissance des couches atteint ici jusqu'à 6 mètres d'épaisseur. La couche de calcaire nummulitique disparaît presque complètement en certains points, de sorte que l'exploitation peut être faite, par places, à ciel ouvert. L'exploitation principale a lieu, comme au Dyr, par galeries creusées dans la couche phosphatée.

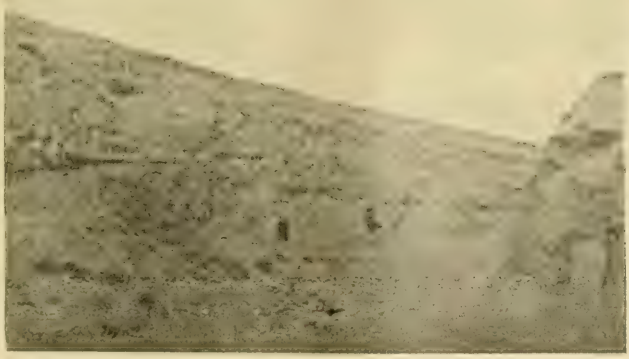


Fig. 11. — *Vue d'un des mamelons phosphatés du Kouif.*

Des wagonnets pouvant contenir chacun une tonne conduisent le phosphate à l'usine située à proximité des gisements. Le phosphate est versé dans une trémie qui le laisse tomber sur une tôle perforée chargée de séparer les pierres des parties plus fines. Les pierres tombent dans un broyeur où elles sont écrasées. Une toile sans fin conduit alors

la matière dans un séchoir Cummer. Au fur et à mesure de sa dessiccation, le phosphate s'écoule dans un réservoir où il est pris par une chaîne à godets, qui le remonte pour le distribuer, encore chaud, dans les wagons qui le conduiront à Tébessa. L'usine est, en effet, reliée à la gare de Tébessa par une voie de 1 mètre de largeur et de 26 kilomètres de longueur. Deux locomotives font le service des trains (4 trains par jour dans chaque sens). Un peu avant Tébessa, la Compagnie possède une gare où les phosphates sont déchargés de ses wagons et chargés sur ceux de la Compagnie Bône-Guelma.

La Compagnie Française, dirigée par M. le Colonel Corps, avec le concours de la maison Hébré et Girault, de Paris, possède les gisements de Dibba et la Source, éloignés d'environ 8 kilomètres de Kissa, où est située l'usine. Les couches phosphatées sont moins régulières et leur puissance est moins considérable qu'au Dyr et au Kouif. Ces phosphates sont également exploités en galerie et conduits à Kissa dans des wagons d'une tonne. Là, ils sont broyés et séchés. Une voie de $0^{m},65$ de large et de 7 kilomètres de longueur relie l'usine de Kissa au 119e kilomètre de la ligne Tébessa-Souk-Ahras. Les phosphates sont transportés de l'usine à Kissa sur des wagons d'une tonne traînés par une locomotive.

Au 119e kilomètre, un hangar permet d'abriter les trains et d'opérer le transbordement sur les wagons de la Compagnie Bône-Guelma.

Le tronçon de Tébessa à Souk-Ahras n'a pas la même largeur de voie que le reste du réseau; il s'ensuit qu'il faut encore rompre charge dans cette dernière localité. Le transbordement s'opère actuellement à la pelle, sous un hangar construit *ad hoc* par la Compagnie Bône-Guelma.

A Bône, le déchargement à quai et le transport à bord des navires se fait également à la main.

Quand des moyens mécaniques permettront de supprimer la main-d'œuvre pour ces diverses opérations et de faire passer directement les phosphates d'un wagon dans un autre ou des wagons à bord, sans être obligé de les remanier comme on le fait actuellement, le prix de revient pourra être abaissé.

Les deux Compagnies anglaises sont, d'ores et déjà, en mesure de produire 400 tonnes chacune, par jour; la Compagnie française environ la moitié.

§ 3. — Broyage.

Ainsi que nous l'avons vu, la teneur des phosphates en acide phosphorique n'est pas la seule condition dont on doive tenir compte. Le degré de finesse auquel les a amenés la pulvérisation a aussi beaucoup d'importance. La mouture des phosphates de Tébessa est incomplète. La Compagnie Crookston seule est installée pour moudre les phosphates et se sert du broyeur « Guffin Mill ».

Tandis que la gangue calcaire est facilement réduite en poudre fine, les grains de phosphate, beaucoup plus durs, sont simplement divisés en fragments qui passent entre les meules.

Nous avons eu maintes fois l'occasion de vérifier ce fait. Voici un exemple : un phosphate dosant 27,82 % d'acide phosphorique a été passé au tamis n° 100. La partie recueillie sous le tamis a été elle-même tamisée au tamis de soie. Voici les résultats de l'analyse effectuée sur ces divers échantillons :

	Acide phosphorique
Passant au tamis de soie	20,09 %
Passant au tamis n° 100.	24,50
Restant sur le tamis	29,87

Les phosphates en masse compacte des environs de Bordj se laissent plus facilement broyer.

Il est donc indispensable, pour les utiliser directement, de les amener à un plus grand état de division.

Les diverses Compagnies ayant trouvé jusqu'ici un débouché largement suffisant pour les produits bruts, n'ont pas intérêt à se livrer au broyage et au blutage des phosphates pour l'emploi direct. Du reste, comme nous le verrons plus loin, la transformation en superphosphate nous semble préférable.

§ 4. — Moyen de transport.

Les phosphates de Tébessa sont obligés d'emprunter le réseau de la Compagnie Bône-Guelma. Tout le monde connaît le traité onéreux passé en 1877 (loi du 8 mai 1877) entre cette Compagnie et le Gouvernement français.

D'une part, l'État garantissait 6 % du capital forfaitaire d'établissement du réseau. Après exécution, ce capital s'est trouvé sensiblement le double du capital réellement employé, d'où majoration à 12 % de la garantie primitivement accordée; de l'autre, il garantissait un nombre de kilomètres déterminé, d'où prime aux allongements de tracés; enfin, on fixait un minimum forfaitaire de frais d'exploitation, quelle que fût la recette brute, d'où prime à la non-exploitation.

Au point de vue qui nous occupe, les tarifs sont notablement plus élevés qu'en France.

Le tarif spécial appliqué (tarif P V n° 26) aux phosphates sur la ligne Bône-Tébessa est le suivant :

	Par tonne et par kilom.
	fr. c.
De 1 à 25 kilomètres	0,06
De 25 à 50 —	0,05
De 50 à 75 —	0,04
De 75 à 100 —	0,03
Au delà de 100.	0,02

Ce qui donne pour le prix du transport de Tébessa à Bône (non compris le transbordement à Souk-Ahras payé à raison de 0 fr. 20 la tonne), distance 235 kilomètres, 7 fr. 20 par tonne.

Ces tarifs de sortie sont destinés à favoriser l'exportation des phosphates de Tébessa, mais il serait nécessaire que les autres réseaux algériens et la Compagnie Bône-Guelma sur ses autres lignes s'entendissent pour généraliser cet abaissement des prix de transport sur tous les chemins algériens.

En résumé, si nous voulons profiter de nos gisements de phosphates, l'abaissement des tarifs de transport s'impose pour les phosphates, qui constituent une matière encombrante et de peu de valeur.

§ 5. — Prix de revient des phosphates.

D'après M. David Levat, le prix de revient, à Bône, par tonne chargée à bord, serait le suivant :

	fr. c.	fr. c.
Abatage, boisage et roulage	3 »	3 »
Triage et séchage	1 »	1 »
Transport au chemin de fer, suivant la distance	0,50	1,50
Transport à Bône, y compris transbordement à Souk-Ahras et déchargement à quai	9 »	9 »
Mise à bord	0,50	0,50
Totaux	13 »	15 »

Le fret pour les ports de la Méditerranée est de 6 francs par tonne, et pour les autres ports d'Europe de 9 francs, d'après le même auteur. Si à ces chiffres on ajoute les frais de vente, escompte, etc., évalué à 6 °/₀ du prix de vente, soit environ 2 francs; l'amortissement du matériel et les frais généraux estimés à 3 francs, on obtient, pour prix de revient à quai, 25 ou 29 francs la tonne, suivant qu'il s'agit d'un port de la Méditerranée ou de l'Océan.

Or, ces phosphates sont actuellement vendus à l'état brut, à raison de 0 fr. 10 l'unité (base 60 °/₀ de phosphate de chaux) et par tonne, en Angleterre, soit 30 francs la tonne; ce qui met le prix du kilo d'acide phosphorique à 0 fr. 10 environ et laisserait un bénéfice peu élevé.

La marge entre le prix de revient et le prix de vente serait bien faible, surtout si on en déduit la redevance à payer, ainsi que l'intérêt et l'amortissement du capital d'achat des gisements. Les renseignements que nous avons pu nous procurer sur place nous permettent de dire que le prix de revient indiqué par M. Levat n'est plus exact, et que la différence entre le prix de revient et le prix de vente est d'environ 7 francs par tonne.

Il résulte de cet ensemble de faits que, sans être dans une situation aussi brillante qu'on l'a dit, les exploitations de Tébessa peuvent réaliser un certain bénéfice net, bénéfice qui est variable avec les conditions du marché. Il est bon de remarquer en passant que les phosphates bruts qui sont vendus à raison de 30 francs la tonne en Angleterre, ne sont livrés, moulus et en sacs, qu'à raison de 45 à 50 francs la tonne, quai Alger.

VI. — Transformation des phosphates en superphosphates.

Les résultats obtenus dans nos expériences, à savoir la lente assimilation de l'acide phosphorique des phosphates naturels, nous conduisent à préconiser leur transformation en superphosphates [1].

§ 1. — Conditions actuelles de la transformation en Algérie.

En ce qui concerne les phosphates de nos expériences que nous avons soumis au traitement par l'acide sulfurique, nous avons trouvé que la quantité d'acide à 66° B. nécessaire pour opérer la transformation est la suivante :

Tébessa n° 1	61k20
Bordj-bou-Arréridj	69,15

Dans l'industrie, on emploie l'acide à 50 ou 52° B. parce qu'il coûte moins cher et parce qu'il est moins concentré. Il faut, de plus, ajouter une certaine quantité d'eau (le 1/4 ou le 1/5 du poids de l'acide) pour permettre à la réaction de se faire dans de bonnes conditions.

Il y a, pour chaque nature de phosphate, une certaine quantité d'eau qui permet d'obtenir le maximum de solubilité.

C'est cette quantité, que l'on peut déterminer par l'expérience, qu'il faut employer, mais il importe de ne pas la dépasser pour ne pas avoir une masse difficile à dessécher.

La nature des phosphates de Tébessa ne laisse rien à désirer au point de vue de leur transformation en superphosphate. Le produit obtenu présente une richesse moyenne, se dessèche facilement, est facile à broyer, ne s'agglomère pas en sacs et la rétrogradation est faible. Ces divers avantages les font apprécier en Angleterre où ils sont classés immédiatement après les phosphates à haut titre (36 °/₀ d'acide phosphorique) de la Floride.

En pratique, les opérations sont simples. L'acide sulfurique est élevé à la partie supérieure du bâtiment et versé dans un réservoir doublé de plomb. Un siphon à robinet permet de déverser dans des

[1] Sur la transformation des phosphates en superphosphates, voyez l'important article de M. E. Sorel sur l'Etat actuel et les besoins de l'Industrie des Superphosphates en France, dans la *Revue* du 5 décembre 1895.

cylindres en fonte portant une règle graduée la quantité d'acide nécessaire à chaque opération.

Le phosphate apporté dans les malaxeurs (cylindres traversés par un arbre muni d'ailettes en fer) reçoit l'acide, et, au bout de 10 minutes, le mélange est complet. On laisse alors écouler la masse dans des chambres en briques où elle fait bientôt prise et se solidifie. Le quatrième jour, on enlève le superphosphate et on le porte au séchoir en ayant soin de ne pas dépasser la température de 60°, afin d'éviter la rétrogradation. La matière séchée est bluttée. Les refus sont conduits dans un broyeur, puis repassés au blutteur.

Les matières premières employées sont : le phosphate, l'acide sulfurique et le charbon nécessaire au séchoir et à la machine utilisée pour actionner les divers appareils.

A Alger, le charbon anglais coûte en moyenne 23 francs la tonne, le phosphate 27 francs.

Quant à l'acide sulfurique, il est actuellement à un prix bien trop élevé pour être employé à la fabrication des superphosphates, puisqu'il revient à environ 130 francs la tonne. Les dépenses nécessaires à l'installation d'une usine à superphosphate peuvent être évaluées à environ 40.000 francs.

§ 2. — Opportunité de la création d'une fabrique d'acide sulfurique en Algérie.

Chaque année, on lit dans les journaux d'Algérie des télégrammes comme celui-ci : « Le vapeur A..., provenant de C..., avec un chargement de bonbonnes d'acide sulfurique, a essuyé une tempête épouvantable, qui a causé des avaries et brisé les récipients. Le liquide, en se répandant sur le pont, a atteint plusieurs hommes de l'équipage. Quelques-uns ont été brûlés sur presque tout le corps et ont eu des organes sérieusement endommagés. »

C'est à cause de ces vitriolages fréquents que certaines Compagnies de navigation seulement consentent à se charger du transport de ces colis dangereux, encore ne les acceptent-elles que sur le pont sans aucune garantie, avec faculté de jet à la mer.

Il en résulte des frais de transport très élevés et la tonne d'acide sulfurique à 66° Baumé — on a intérêt à employer de l'acide concentré pour diminuer les frais de transport — coûte 130 francs environ au quai Alger.

On pourrait améliorer la situation en employant des tonneaux en tôle plombée ou mieux en organisant, à bord des bateaux, des réservoirs également en tôle plombée et en utilisant l'acide à 53°, mais ce ne serait qu'un palliatif.

D'un autre côté, il serait bon, dans l'éventualité d'une guerre, d'avoir dans la Colonie les éléments nécessaires pour la fabrication des explosifs.

Nous croyons savoir qu'on s'était autrefois préoccupé de cette question en haut lieu, mais que l'idée avait été abandonnée par suite de l'impossibilité d'écouler les produits. Aujourd'hui, une usine trouverait des débouchés suffisants pour écouler ses produits. La consommation dans la Colonie a été la suivante (en tonnes) :

Années	1891	1892	1893	1894	1895	1896
Acide sulfuriq. (en chiffres ronds)	340	347	731	607	555	»

On pourrait, en outre, produire le sulfate de fer et le sulfate de cuivre employés pour le traitement des maladies de la vigne. Voici les quantités importées, en chiffres ronds et en tonnes :

Années	1891	1892	1893	1894	1895	1896
Sulfate de cuivre	670	321	531	641	1.026	»
Sulfate de fer	650	458	795	805	693	»

Voici, d'autre part, les quantités de superphosphate importées pendant la même période [1] :

Années	1891	1892	1893	1894	1895	1896
Superphosphate	215	1.198	833	252	»	»

Enfin, supposons que les 8.000 tonnes de phosphate employées l'année dernière en Algérie aient été préalablement transformées en superphosphate avant d'être utilisées, il aurait fallu près de 6.000 tonnes d'acide sulfurique, c'est-à-dire une quantité suffisante pour faire marcher une fabrique d'acide sulfurique.

Cette tendance à l'emploi des phosphates dans la Colonie, ne peut que s'accentuer en présence de la nécessité d'augmenter le rendement du sol dans les terres plus ou moins dépourvues d'acide phosphorique, et on peut constater, à cet égard, un mouvement de progrès très net dans les classes agricoles.

Le prix de revient d'une tonne de superphosphate peut s'établir approximativement ainsi :

	fr.	c.
Une tonne de phosphate à 28 °/o d'acide phosphorique	27	»
660 kilos d'acide sulfurique à 22 fr. la tonne	14	50
Frais de fabrication	5	50
Total	47	»

Soit environ 28 francs la tonne d'un superphosphate dosant 16 à 17 °/o d'acide phosphorique; soit environ 0 fr. 17 l'unité d'acide phosphorique.

Il n'est pas téméraire d'avancer qu'un tel superphosphate pourrait être vendu 6 francs le quintal, tout en laissant un bénéfice suffisant au fabricant et aux intermédiaires.

L'utilité d'une fabrique d'acide sulfurique dans

[1] Les 1/3 sont entrés par le port d'Alger et le reste par les ports d'Oran, Philippeville et Bône.

la Colonie nous semble donc tout à fait démontrée. Reste la question du prix de revient de l'acide sulfurique, que nous avons compté à 22 francs la tonne. Dans la Colonie on trouve, en bien des points, de la pyrite de cuivre, de la pyrite de fer, du sulfure de zinc, du soufre natif, mais on est loin d'être fixé sur l'importance de ces gisements.

Pourra-t-on se procurer, en Algérie, le minerai nécessaire à la fabrication de l'acide sulfurique, ou sera-t-on obligé d'avoir recours aux soufres de Sicile ou aux pyrites étrangères? C'est une question qui ne peut être utilement étudiée que par les industriels eux-mêmes.

En résumé, on voit que les phosphates d'Algérie pourront aider puissamment au développement de la colonisation dans ce pays, si, comme il y a lieu de l'espérer, on parvient à en abaisser le prix de revient, à les transformer économiquement en superphosphate et à réduire les tarifs de transport par chemins de fer et par mer.

Il serait, en effet, profondément regrettable qu'ayant ce stock énorme de matière fertilisante à notre portée, nous fussions les derniers à en profiter.

J. Dugast,
Directeur
de la Station Agronomique d'Alger.

CONGRÈS INTERNATIONAL DES MATHÉMATICIENS

PREMIÈRE SESSION : ZURICH, AOUT 1897

Mentionnons tout d'abord le résultat essentiel de cette première réunion : l'institution de Congrès internationaux de mathématiciens est, dès maintenant, non seulement fondée, mais encore bien vivante : c'est là l'impression unanime des deux cents délégués qui, de presque tous les pays civilisés [1], avaient répondu à l'appel du Comité d'organisation. Cet important résultat est dû, en grande partie, à la cordialité qui n'a cessé de régner dans les réunions et les fêtes; aussi doit-on en féliciter tout d'abord les mathématiciens de Zurich, qui ont fait preuve d'un esprit d'organisation parfait, doublé d'une exquise amabilité. N'oublions pas cependant les dames et les jeunes filles, suisses ou étrangères, qu'on avait eu l'heureuse idée d'inviter à accompagner leurs maris et leurs pères, et dont la présence n'a pas peu contribué à augmenter le charme des fêtes et, par suite, à assurer le succès des prochaines réunions.

L'organisation matérielle était donc parfaite : on ne saurait trop répéter ce fait, grâce auquel sera certainement réalisée la première aspiration de toute œuvre nouvelle : vivre. Pouvait-il en être de même de l'organisation scientifique? Là aussi, les professeurs de Zurich ont, comme nous le verrons, largement payé de leur personne et, s'il n'avait tenu qu'à eux, tout aurait été également parfait. Mais le succès scientifique dépend de tous les participants; beaucoup d'entre eux se sont décidés à venir très peu de temps avant l'ouverture du Congrès, hâtivement organisé : et, s'il ne faut peut-être pas plus de talent pour préparer une conférence que pour rendre agréable une excursion, il faut du moins plus de temps. Aussi, bien des participants n'avaient-ils rien préparé. Beaucoup, d'ailleurs, ignoraient absolument quel public ils rencontreraient à Zurich; ils y allaient un peu au hasard, *pour voir ce que cela serait*. Ils savent maintenant que l'on trouve dans les Congrès internationaux des auditoires capables de s'intéresser aux parties les plus ardues de la Science.

Aussi peut-on dire que l'un des résultats les plus importants acquis à Zurich, c'est peut-être que les congressistes se sont rendu compte de ce que peut être l'*organisation scientifique* des congrès futurs : ils y arriveront préparés à faire œuvre utile. Nous essaierons de dégager, chemin faisant, quelques conclusions pratiques des nombreux échanges de vues qui ont eu lieu sur ce sujet. Si, parmi ces conclusions, le lecteur trouve intéressantes certaines idées, il devra se dire que l'auteur de ces lignes n'aurait su les tirer de son propre fonds, mais qu'il les a acquises au contact de ses collègues : et ce sera une première preuve expérimentale de l'utilité des Congrès de Mathématiciens.

I

L'utilité de telles réunions paraîtra, en effet, contestable à plusieurs, et il n'est sans doute pas superflu de répondre aux sceptiques pour lesquels adhérer à un Congrès est à peu près synonyme d'avoir un bon estomac. Au reste, notre activité est journellement trop sollicitée de tous côtés pour que nous n'ayons le devoir de discuter sérieusement le droit à l'existence de toute institution nouvelle, qui prétend absorber une part de notre

[1] Voici les noms des pays représentés, d'après la liste, qui a été imprimée, sur laquelle chaque participant avait indiqué sa nationalité : Allemagne, Angleterre, Autriche, Belgique, Croatie, Danemark, Écosse, Espagne, États-Unis d'Amérique, Finlande, France, Grèce, Hollande, Hongrie, Italie, Portugal, Russie, Suède, Suisse.

temps. Ce misonéisme-là ne saurait être blâmé chez tout homme dont le temps a quelque prix : nous osons ranger les mathématiciens dans cette catégorie; c'est un postulat que les lecteurs de la *Revue* ne refuseront sans doute pas d'admettre.

Nous voudrions, d'ailleurs, montrer que les Congrès internationaux peuvent être directement utiles au développement de la Science; car, sans contester ni l'importance d'autres buts qu'ils peuvent se proposer, ni même leur utilité indirecte, on pourrait très raisonnablement soutenir que des questions particulières [1] se traiteraient toujours mieux dans des Commissions peu nombreuses et composées de spécialistes.

Il peut sembler facile de prouver l'inutilité, je dirai presque l'impossibilité, de Congrès devant s'occuper proprement de Mathématiques.

Que peut comporter un tel Congrès? dira-t-on. Deux choses essentielles : des conférences — « lectures » — ou exposés dogmatiques, et des discussions. Pour les conférences, si elles ne sont pas banales, elles seront impossibles à suivre; car, que peut-on espérer comprendre à une lecture forcément rapide, lorsqu'on a souvent de la peine à pénétrer le sens d'un mémoire qu'on étudie avec soin? Quant aux discussions, on les admet dans les sciences historiques ou dans les sciences médicales, là où deux opinions contradictoires peuvent, *a priori*, être regardées chacune comme possible; mais, en Mathématiques, dans la science exacte par excellence, la discussion peut-elle exister?

Il est aisé de faire voir combien de telles vues sont incomplètes.

Ce n'est pas ici le lieu de rappeler combien la parole vivante diffère d'un froid imprimé; mais, sans insister sur ce point que chacun est à même de développer, nous voudrions signaler une raison, spéciale aux Mathématiques, pour laquelle les conférences et les discussions peuvent rendre des services qu'on ne saurait attendre de mémoires.

Comme on le répète trop souvent, les Mathématiques sont une science exacte; ce que l'on dit moins, et ce que tous les mathématiciens savent cependant, c'est que l'imagination est une qualité indispensable à celui qui veut y trouver quelque chose de nouveau; c'est elle qui est la source de presque toutes les découvertes; à condition, bien entendu, qu'elle ne soit pas débridée, mais tenue en laisse par la raison; sinon, ses écarts pourraient mener aux élucubrations les plus extravagantes : il en est des exemples célèbres. Est-ce à cause de ces exemples? Est-ce pour avoir trop entendu répéter que les Mathématiques sont une science exacte? Est-ce pour toute autre cause? Toujours est-il que les mathématiciens prennent grand soin, en général, de cacher leur imagination dans leurs écrits. Après avoir obtenu un résultat par une analyse rapide, mêlée d'analogies vagues et d'inductions souvent hasardées, ils le démontrent par une synthèse rigoureuse et obéissent ainsi aux justes exigences de la raison; ensuite, quand il s'agit de publier leur travail, ils se contentent le plus souvent d'une exposition purement synthétique, donnant ainsi comme un simple produit de leur raison, ce qui était en réalité le fruit de leur imagination.

Le moindre inconvénient de cette manière de procéder est d'engendrer l'ennui par la monotonie : c'est là un petit désagrément professionnel auquel on s'habitue vite, au point de n'y plus faire attention, et qui d'ailleurs est souvent largement compensé par la vive jouissance que procure la connaissance de vérités nouvelles. Mais, ce qui est autrement grave, c'est que les imaginations des mathématiciens, qui travaillent à une œuvre commune, se trouvent ainsi à peu près complètement séparées les unes des autres et en sont réduites à se deviner pour se connaître. Cet inconvénient paraîtra bien plus grand encore, si l'on songe au nombre des idées qui, soumises à la raison, sont rejetées comme fausses, ou bien à celles qui n'en reçoivent qu'une confirmation incomplète. Elles restent le plus souvent à jamais ignorées; et cependant, quel travail inutile ne serait pas épargné, si chacun publiait le résultat de ses expériences! Pourquoi, demandera-t-on, les mathématiciens procèdent-ils ainsi? Et qui les empêche d'agir différemment dans leurs publications? Il faut avouer qu'ils peuvent donner, en faveur de leur manière de faire, de nombreuses raisons, dont quelques-unes sont bonnes.

Il est d'abord toujours ennuyeux d'avoir avancé comme probable un fait qui se trouve ensuite être inexact; et, si c'est là un incident de mince importance pour un journaliste, c'est autrement grave pour un mathématicien qui, professionnellement, doit être infaillible — lorsqu'il raisonne sur les Mathématiques, bien entendu. Aussi n'y a-t-il pas pour lui d'aventure plus désagréable que d'être obligé d'avouer une erreur de raisonnement; et ce n'est pas là une simple question de vain amour-propre, car, raisonner juste est, en Mathématiques, la condition même du droit à l'existence. Il y a, il est vrai, une différence énorme entre une affirmation donnée comme probable et un raisonnement donné comme exact: mais on est tellement habitué à cette idée qu'un mémoire de Mathématiques doit renfermer seulement des résultats rigoureux, que

[1] Par exemple la question de la division décimale de la circonférence, mentionnée par M. Rudio dans son Rapport, ou encore la question essentielle de la bibliographie, qui a déjà donné lieu à un Congrès spécial, tenu à Paris en 1889.

l'on sera aisément disposé à incriminer l'auteur de l'affirmation, si elle est ensuite reconnue fausse, autant que l'auteur du raisonnement, si ce raisonnement se trouve être inexact.

Il y a un autre motif, d'une importance plus réelle, pour lequel on ne publie que des résultats accompagnés d'une démonstration le plus souvent synthétique. En procédant autrement, on augmenterait beaucoup la masse déjà trop considérable de la littérature mathématique : on ne peut déjà pas tout lire; on en serait réduit à ne plus rien lire. Pour cette raison et pour d'autres encore, d'un ordre plus matériel, il est du devoir des rédacteurs en chef des divers journaux mathématiques de restreindre beaucoup la part faite à l'idée, pour n'enregistrer que les faits. Il importe seulement de ne pas exagérer cette tendance et de ne pas oublier que l'on a vu et que l'on voit encore certains mathématiciens, qui ne sont pas des moindres, ne pas craindre de consacrer des pages entières à l'exposé d'idées desquelles ne découle encore aucun fait précis. Malgré tout, et même si les difficultés matérielles auxquelles nous avons fait allusion n'existaient pas, il semble que ce n'est pas le rôle de Recueils de mémoires originaux de servir systématiquement à l'exposé des produits variés de l'imagination, souvent trop fertile, de tous ceux qui cultivent les Mathématiques. Il est nécessaire de trouver autre chose.

Une tentative intéressante a été faite, il y a quelques années, dans cet ordre d'idées : la création de l'*Intermédiaire des Mathématiciens* [1]. Malheureusement la nature de ce journal ne se prête guère qu'à la publication des résultats non démontrés et bien peu à l'exposé détaillé des idées qui les font regarder comme vraisemblables. De plus, une part très restreinte est faite, dans l'*Intermédiaire*, aux parties élevées de la Science, et l'une des raisons de ce fait est certainement la peur qu'a chacun de faire imprimer sous son nom — ou même sous un pseudonyme — un résultat inexact.

Aucun inconvénient de ce genre ne subsiste dans les Congrès; à condition qu'on ne leur adjoigne pas de sténographes et que, si l'on publie un compte rendu, on imprime seulement des notes rédigées par les auteurs, dans le cas où ceux-ci jugeraient convenable de laisser imprimer tout ou partie de ce qu'ils auront dit. Dès lors, soit dans des conférences, soit dans des discussions, soit dans des conversations particulières entre très peu d'interlocuteurs, pourront se faire jour de nombreuses idées intéressantes et utiles, qui dorment actuellement isolées dans divers esprits et dont le choc produira parfois une lumière inattendue.

Des esprits chagrins objecteront peut-être que les mêmes raisons, qui poussent les mathématiciens à dissimuler leur imagination dans leurs Mémoires, les conduiront à agir de même dans les Congrès. Je crois qu'il est permis d'être plus optimiste. L'un des motifs les plus légitimes qui font redouter une erreur ou une appréciation inexacte dans un mémoire, c'est assurément la crainte de perdre ainsi la confiance du public et de ne plus être lu; car le public mathématique, ne pouvant lire tout ce qui s'offre à lui, est naturellement sévère dans le choix de ses lectures. Cette crainte disparaîtra sûrement, lorsque les Congrès auront établi entre les mathématiciens des divers pays de sérieuses relations personnelles. Ils gagneront généralement beaucoup à être connus les uns des autres et, lorsqu'une conversation aura prouvé que tel esprit est solide et sûr, on lira ses productions, sans se laisser influencer par une erreur qu'il aura commise. Cette indulgence supérieure, basée sur l'estime réciproque, ne pourra qu'augmenter la cordialité des rapports personnels et diminuer l'aigreur qu'ont parfois certaines rectifications ou réclamations de priorité. Ce dernier fait pourrait paraître sans importance au point de vue des progrès de la Science; il est permis, au contraire, de penser que, le jour où chacun serait convaincu qu'il ne risque pas de compromettre sa réputation en énonçant comme probables des résultats dont il n'est pas sûr, ou en développant des idées incomplètement mûres, ce jour-là, bien des choses aujourd'hui perdues s'imprimeraient et surtout se diraient dans les discussions des Congrès, pour le plus grand bien de tous.

D'ailleurs les inconvénients d'un excès de production, que nous avons signalés tout à l'heure, disparaîtraient en grande partie lorsque chacun pourrait, dans le choix de ses lectures, se guider sur la connaissance personnelle qu'il aurait des auteurs. Souvent, en effet, nous nous apercevrons qu'un esprit, d'ailleurs peut-être très distingué, est trop radicalement différent du nôtre, pour que nous puissions retirer quelque profit de la lecture de ses productions. On sera, au contraire, entraîné par une sympathie intellectuelle vers tel autre,

[1] Puisque je me trouve avoir mentionné l'*Intermédiaire*, qu'il me soit permis d'indiquer une impression que j'ai recueillie à son sujet au Congrès : c'est l'effet déplorable produit sur tous ceux qui ne sont pas *très familiers* avec la langue française par l'adoption de la « nouvelle orthographe » dans une partie des articles. En France et pour les étrangers qui connaissent notre langue aussi bien que nous, cette nouvelle orthographe paraît simplement ridicule à bien des gens; mais c'est le rôle des apôtres de braver le ridicule et je serai le dernier à les en blâmer; pour celui qui a besoin d'un effort pour lire du français, c'est un inconvénient des plus graves. Cette nouvelle orthographe nuit ainsi beaucoup à l'*Intermédiaire* et, si d'autres journaux l'adoptaient, elle nuirait aussi à la propagation de la langue française : on ne peut apprendre une langue ayant *plusieurs orthographes* — ce mot a l'horreur du pluriel.

dont on suivra désormais le développement avec intérêt et profit.

Ce n'est pas d'ailleurs une mince satisfaction ni un médiocre encouragement, que de rencontrer ainsi quelqu'un qui s'intéresse vraiment à ce que vous écrivez; et le développement continu de la Science disperse tellement notre activité, qu'à ce point de vue encore, l'utilité d'un Congrès *international* n'est guère discutable. Cette dispersion de l'activité dans les Mathématiques est un grand danger et risquerait d'en compromettre les progrès.

Les Congrès peuvent y remédier de deux manières : d'abord en établissant des courants, en canalisant la mode qui, comme le disait M. Picard, dans son toast, sur l'Utliberg, existe en Mathématiques de même que pour les chapeaux des dames; bien des efforts, aujourd'hui à peu près inutiles, parce que leur direction ne cadre pas avec l'état général de la science, pourraient, mieux dirigés, rendre les plus grands services. De plus, les Congrès pourraient instituer des rapports sur l'état d'une partie assez restreinte des Mathématiques, rapports dont seraient chargés un ou plusieurs membres compétents; beaucoup de travail serait ainsi épargné à nos successeurs. Il est certain que de tels rapports n'exigent pas absolument l'intervention de Congrès internationaux; l'exemple en a été donné par la *Deutsche Mathematiker Vereinigung*[1]; mais il semble qu'il y a tout avantage à donner à une telle œuvre un caractère international et à charger d'un sujet déterminé plusieurs congressistes travaillant, d'ailleurs, soit ensemble, soit séparément. Un rapporteur unique, en effet, à moins qu'il ne lise *avec une égale facilité* quatre ou cinq langues, sera toujours, quelle que soit son impartialité, disposé à accorder plus de place aux publications écrites dans la ou les langues qu'il lit le plus aisément. Mais cette question des rapports n'est pas encore entrée dans la voie d'exécution; c'est l'une de celles dont on pourra s'occuper utilement pour le prochain Congrès.

Nous allons maintenant résumer brièvement ce que l'on a fait à Zurich, et ce sera peut-être la meilleure preuve de l'intérêt que peuvent présenter des Congrès de Mathématiciens.

II

Le Congrès a duré trois jours (lundi 9, — mercredi 11 août).

Le lundi et le mercredi, dans la matinée, ont eu lieu des séances générales; le mardi, toute la journée, des séances de sections. Les après-midi du lundi et du mercredi ont été consacrées à des fêtes et des réunions, dont nous avons déjà noté le caractère charmant. Nous allons d'abord parler des séances générales, nous dirons ensuite quelques mots des séances de sections.

Le lundi matin, après une allocution de M. Geiser, professeur à Zurich, président du Comité d'organisation, et l'élection du bureau[1], devait avoir lieu une conférence de M. Poincaré, mais un deuil cruel a malheureusement empêché notre éminent compatriote de se rendre à Zurich. Les regrets causés par son absence ont encore augmenté quand on en a connu la cause, et le Congrès a tenu à lui donner une marque exceptionnelle de sympathie en le nommant, quoique absent, membre du bureau. M. Poincaré avait d'ailleurs envoyé le manuscrit de sa conférence : *Sur les rapports de l'Analyse et de la Physique mathématique*, et M. Franel en a donné lecture. Il est sans doute inutile de la résumer ici : tous les lecteurs de la *Revue* tiendront à la lire en entier; ce n'est d'ailleurs pas à eux qu'il est nécessaire de dire combien M. Poincaré sait, sous une forme accessible à tous et dans la langue à la fois souple et précise dont il a le secret, semer en peu de pages d'aperçus ingénieux et profonds, d'idées nouvelles et fécondes. On ne peut, sans la gâter, rendre compte d'une telle conférence, à moins que l'on n'ait eu le soin de la sténographier : on aurait alors la ressource de la reproduire *in extenso*.

M. Rudio a lu ensuite un intéressant rapport *sur le but et l'organisation des Congrès;* nous avons déjà eu l'occasion de le citer; nous parlerons tout à l'heure de ses conclusions, qu'a adoptées la seconde Assemblée générale.

Enfin, M. Hurwitz a fait une brillante conférence *sur les progrès récents de la théorie générale des fonctions*. Avec une parfaite connaissance de son sujet, il a indiqué d'une manière nette et précise ce que les travaux de Weierstrass et de Riemann ont ajouté à la conception sur laquelle Cauchy a fondé l'Analyse moderne, sans oublier les progrès récents de la théorie dûs à MM. G. Cantor, Mittag Leffler, Picard, Poincaré, etc. Tout au plus pourrait-on lui reprocher d'avoir fait seulement une exposition, sans donner assez de place à la critique ; mais

[1] Elle a publié jusqu'ici, à ma connaissance, des rapports de MM. Brill et Nöther et de M. Franz Meyer. Je connais d'ailleurs trop peu ces rapports, qu'on dit excellents, pour me permettre de formuler quelque appréciation personnelle à leur sujet.

[1] Le bureau se composait de M. Geiser, président, de neuf vice-présidents, MM. Bougaiev (Moscou), Brioschi (Milan), Klein (Gœttingue), Mackay (Edimbourg), Mertens (Vienne), Mittag Leffler (Stockholm), Picard (Paris), Poincaré (Paris), Weber (Strasbourg), de deux secrétaires généraux, MM. Franel et Rudio, professeurs à Zurich, et de quatre secrétaires, représentant les quatres langues admises dans les discussions : *allemand*, M. von Weber (Munich); *anglais*, M. Hobson (Cambridge); *français*, M. Borel (Paris); *italien*, M. Volterra (Turin). En fait, on n'a guère parlé qu'allemand et français.

ce n'en était peut-être pas le lieu; peut-être aussi, par un sentiment de discrétion exagéré, M. Hurwitz a-t-il craint, ayant été du nombre des organisateurs, de paraître abuser en parlant plus longtemps que les autres orateurs.

La séance du mercredi a débuté par une conférence de M. Peano sur la « Logica matematica ». On sait que le but de cette nouvelle discipline est d'éliminer complètement le langage ordinaire des écrits mathématiques, en exprimant toutes les idées par des signes. M. Peano en a exposé les premiers principes ; il avait d'ailleurs facilité la tâche de ses auditeurs en leur distribuant le premier fascicule de son manuel. Peut-être aurait-il intéressé davantage son auditoire en lui exposant les avantages de la « Logica matematica » au lieu de chercher à lui en apprendre les éléments. Un tel exposé, il est vrai, aurait été mieux à sa place dans une séance de section, où les objections auraient pu librement se produire.

M. Peano serait peut-être arrivé à persuader de l'utilité de ses symboles plusieurs contradicteurs qui les raillent sans les connaître; peut-être, ceux-ci, de leur côté, l'auraient-ils convaincu des inconvénients qu'il peut y avoir à creuser plus profondément le fossé qui sépare les mathématiciens des autres savants, au lieu de chercher à le combler. Aujourd'hui, le physicien qui a eu, dans sa jeunesse, un peu de culture mathématique, peut consulter avec fruit des livres et des mémoires : en serait-il de même s'ils étaient tous écrits en symboles?

Après cette conférence, on a voté les résolutions proposées dans le rapport de M. Rudio, et dont voici le texte :

I. A l'avenir les Congrès internationaux de mathématiciens se succèderont à des intervalles de trois à cinq ans. Il sera tenu compte, dans le choix du siège, des vœux légitimes des différents pays.

II. On choisira, à la fin de chaque Congrès, la date et le siège du Congrès suivant, ainsi que les organes ou les associations chargés de le préparer et de l'organiser.

III. Si, par suite de circonstances imprévues, un Congrès ne pouvait siéger à la date et au lieu choisis, le Comité du dernier Congrès aurait la faculté de prendre les dispositions nécessaires à la convocation d'un Congrès nouveau. A cet effet il s'entendra avec les organes mentionnés à l'article II.

IV. Chaque Congrès peut, lorsqu'il le juge utile pour l'étude de certaines questions de nature internationale, nommer des Commissions permanentes dont le mandat dure d'un Congrès au Congrès suivant.

Les compétences et les attributions de ces commissions sont fixées lors de leur nomination.

V. Le prochain Congrès siégera à Paris en 1900. La Société Mathématique de France est chargée de sa préparation et de son organisation.

En choisissant Paris comme siège du futur Congrès, on nous a fait un honneur dont nous devons nous rendre dignes. La France n'a pas été représentée à Zurich comme elle aurait pu et dû l'être[1] : beaucoup de mathématiciens de grande valeur, pour des raisons sans doute diverses et la plupart excellentes, se sont abstenus d'y venir; le désappointement a été grand, je l'ai constaté à diverses reprises, chez plusieurs adhérents venus de loin, en partie pour faire la connaissance personnelle de tel Français qui leur semblait devoir être là. Aussi est-il possible que, malgré les raisons qui pouvaient militer en faveur de Paris comme siège du prochain Congrès, on eût fait un autre choix, sans la circonstance fortuite de l'Exposition universelle, à cause précisément de la mauvaise impression produite par ces nombreuses absences. Le Congrès cependant n'a cessé de se montrer sympathique à la France : sur la proposition de MM. Brioschi et Mittag Leffler, un seul télégramme a été envoyé au nom du Congrès et il a été adressé à M. Hermite, comme témoignage d'admiration et de vénération; nous avons dit, d'autre part, que, seul parmi les absents de Zurich, M. Poincaré a été nommé membre du bureau; enfin, c'est Paris qui sera le siège du prochain Congrès. Tout cela nous impose des devoirs. Nous devons d'abord, cela va de soi, recevoir dignement nos hôtes en 1900, et, si nous ne pouvons leur offrir les paysages enchanteurs de la Suisse, tâcher du moins de ne pas les leur faire trop regretter. Mais nous devons aussi nous trouver nombreux au prochain Congrès; je serais surtout heureux de persuader à ceux qui ont particulièrement qualité pour y représenter la France que leur présence y est tout à fait nécessaire, et que c'est là une chose sérieuse, pour laquelle on ne doit pas hésiter à sacrifier quelques jours de villégiature, quelque dur que puisse paraître ce sacrifice à un Parisien, l'été, une année d'Exposition!

Mais revenons à la séance générale du mercredi; après le vote des résolutions que nous avons transcrites, on a eu à examiner diverses propositions concernant les Rapports généraux sur les progrès des Mathématiques, la création d'une Commission de Bibliographie et de Terminologie, la création enfin d'un organisme central permanent des Congrès, avec des archives, une bibliothèque, etc. Il n'a pas paru que ces diverses questions fussent assez mûres pour pouvoir être tranchées immédiatement et l'on s'est borné à voter la résolution suivante : « Le bureau du Congrès de Zurich est « constitué en Commission permanente, en exécu- « tion de la résolution IV, pour étudier les ques- « tions qu'il jugera les plus importantes, parmi « celles qui sont mentionnées au rapport du Comité « préparatoire ou qui pourront lui être soumises.

[1] Il y avait seulement une vingtaine de Français sur plus de deux cents adhérents.

« Il pourra s'adjoindre de nouveaux membres. Il « fournira à la Société Mathématique de France « tous les renseignements utiles pour la préparation du Congrès de 1900. » Les propositions que nous venons de mentionner ont été, après le vote de cette résolution, immédiatement soumises à la nouvelle Commission permanente. Rien n'a d'ailleurs été fixé au sujet de la date de la réunion de cette Commission; il serait cependant désirable qu'elle pût étudier certaines questions, par exemple celle des Rapports généraux, sans trop tarder, afin que certains Rapports soient prêts, s'il est possible, en 1900.

Enfin, la séance s'est terminée par une conférence de M. Klein : « Zur Frage des höheren mathematischen Unterrichtes ». Ce sujet était des plus intéressants pour un auditoire presque exclusivement composé de professeurs d'Universités ou autres établissements d'Enseignement supérieur. M. Klein l'a traité d'une manière digne d'un tel auditoire, qu'il a tenu sous le charme de sa parole facile et élégante. Touchant tour à tour aux diverses matières dont peut se composer le haut enseignement mathématique, il a caractérisé le rôle de chacune d'elles, ainsi que leurs rapports et l'aide mutuelle qu'elles peuvent se prêter. Cette conférence a clos brillamment les travaux du Congrès.

III

Il nous reste à parler des séances de sections : c'est là que l'on peut faire le plus de mathématiques proprement dites, c'est là que l'on a travaillé le plus. Mais les mathématiciens qui s'y intéressent trouveront le résumé des communications dans le compte rendu du Congrès, qui sera publié aux frais du Gouvernement fédéral : on voit que la Suisse ne recule devant aucun sacrifice pour maintenir son renom d'hospitalité. La plupart des lecteurs de la *Revue* seraient sans doute médiocrement intéressés par la nomenclature, forcément aride, des sujets traités; aussi nous bornerons-nous à de brèves indications.

On avait créé cinq sections : 1° Arithmétique et algèbre; 2° Analyse et théorie des fonctions; 3° Géométrie; 4° Mécanique et Physique mathématique; 5° Histoire et Bibliographie.

Dans le cas où cette division en sections continuerait de se faire, peut-être pourrait-on créer une section de Philosophie mathématique, ou étude des concepts fondamentaux (les communications sur ces sujets avaient été classées dans la deuxième ou la troisième section), et aussi une section qu'on pourrait appeler, faute de mieux, section de Pédagogie, et où l'on étudierait les diverses questions qui se rapportent à l'enseignement. Mais il est clair qu'une telle division en sections donne lieu forcément à beaucoup d'arbitraire ; souvent on sera embarrassé pour classer une communication.

De plus, bien des adhérents du Congrès s'intéressent à des matières traitées dans des sections différentes. Il n'était certes pas défendu d'aller d'une section à l'autre, mais l'existence de séances simultanées et aussi l'absence d'indications précises sur l'heure de *chaque* communication rendaient très difficile la tâche de celui qui voulait écouter de nombreux conférenciers. Aussi serait-il peut-être préférable de procéder à l'avenir d'une manière un peu différente : sans créer de sections, établir un *horaire rigoureux* pour les diverses communications, en évitant, autant que possible, de classer à la même heure celles qui paraissent pouvoir tenter les mêmes auditeurs. Il y a là une besogne assez délicate; on pourrait, semble-t-il, la simplifier un peu, en réservant, par exemple, la matinée à des conférences portant sur un sujet un peu général et étendu ; dès lors, deux au plus pourraient avoir lieu simultanément. L'après-midi, auraient lieu les communications d'une nature plus spéciale, réunissant chacune un nombre restreint d'auditeurs, — ce qui n'empêcherait pas de faire d'aussi bonne besogne, — et l'on pourrait, sans grand inconvénient, en fixer cinq ou six à la même heure. Au lieu d'élire un bureau pour chaque section, on nommerait en bloc un nombre suffisant de présidents et de secrétaires qui se partageraient ensuite, suivant leurs convenances personnelles, entre les diverses conférences. D'ailleurs la présence d'un bureau ne serait sans doute utile que là où la communication devrait être suivie d'une discussion, et il n'en serait probablement pas ainsi partout. Mais il semble désirable, pour les raisons que nous avons indiquées plus haut, qu'il y ait parfois des discussions contradictoires; elles peuvent rendre les plus grands services dans bien des cas, *par exemple* dans ceux où plusieurs chercheurs tendent au même but par des voies très différentes.

Une tentative des plus intéressantes a été faite par M. Brioschi; voulant faire une communication sur un sujet qui comportait des calculs assez laborieux[1], il avait eu le soin de faire distribuer d'avance à ses auditeurs une plaquette où ces calculs étaient développés : il a pu dès lors se contenter d'exposer les idées qui l'avaient guidé dans son travail. Il a ainsi très vivement intéressé son auditoire en le faisant assister à la genèse, par voie d'induction, de la découverte dont chacun avait sous les yeux l'exposé synthétique. Dès lors cet exposé, d'aspect plutôt aride, a été éclairé d'une

[1] Sur une classe d'équations du cinquième degré résoluble algébriquement et la transformation du onzième ordre des fonctions elliptiques.

lumière toute nouvelle et a paru des plus intéressants, à ceux mêmes qui ne font pas de ces questions leur étude favorite : tant est grande la puissance d'une parole élégante mise au service d'une belle imagination ! Quelques conférences de ce genre convaincraient les plus sceptiques, mieux que tous les arguments, de l'utilité des Congrès. Mais, nous l'avons déjà dit, nous ne pouvons parler ici de toutes les communications intéressantes qui ont été faites; nous n'avons pu d'ailleurs les entendre toutes. Qu'il nous suffise de dire que l'impression générale qui se dégageait de ces séances de sections est du meilleur augure pour l'avenir.

Nous avons peut-être déjà trop abusé de l'attention des lecteurs de la *Revue* ; aussi renonçons-nous à parler de la question si importante de la bibliographie, car nous ne pourrions le faire avec l'ampleur nécessaire ; mais il nous a semblé que la création même des Congrès internationaux de Mathématiciens était un fait d'une toute autre importance. Il peut n'être pas indifférent à la marche générale des idées et du progrès, que des hommes, consacrant leur vie à la recherche des vérités abstraites, se réunissent, sans distinction de nationalités, pour une œuvre commune. *Professionnellement* indifférents aux réalités extérieures (ce qui ne veut pas dire que, *pratiquement*, ils les ignorent, comme l'insinuent malicieusement certains romanciers ou vaudevillistes), les mathématiciens peuvent se réunir sur un terrain où ils n'ont à craindre aucune division et arriver à s'estimer réciproquement et même à s'aimer, simplement parce qu'ils poursuivent ensemble une même vérité. Souhaitons donc le succès aux Congrès futurs et espérons qu'ils fourniront un nouvel exemple de ce que peut la Science pour le perfectionnement moral de l'humanité.

Emile Borel,
Maître de Conférences
à l'Ecole Normale Supérieure.

LA QUESTION ACTUELLE DE L'ARTILLERIE DE CAMPAGNE

Au moment où la question de la transformation de l'artillerie de campagne se pose devant l'opinion publique, où les puissances semblent n'hésiter devant la formidable dépense de cette transformation que par la crainte de courir à un insuccès relatif, en ne produisant qu'un matériel bientôt dépassé par leurs rivaux plus patients, il nous a semblé intéressant, non de revenir sur les côtés de la question si nettement traitée ici même par le capitaine Moch[1], mais de montrer aux lecteurs de la *Revue* la position du problème à résoudre, les éléments contradictoires auxquels il faudrait donner satisfaction, les difficultés de tout genre auxquelles il faudrait obvier. Sans chercher à développer ici les détails d'une solution plus ou moins acceptable, nous montrerons au moins les principes dont il faudrait s'inspirer. Là, comme dans toutes les questions, l'histoire nous fournira de précieux enseignements; les modifications de l'artillerie dans cette dernière partie du siècle nous montreront l'importance qu'il faut attribuer à chacun des éléments.

I

Le but de l'artillerie de campagne est de faire, à l'aide de ses projectiles, le plus d'effet possible sur l'ennemi en agissant surtout sur les troupes adverses et éventuellement sur les obstacles. L'effet produit sur les troupes est d'ordre moral autant que d'ordre matériel, car il importe surtout non de tuer ou blesser tous ses adversaires, mais d'en tuer ou blesser un nombre suffisant pour déterminer les autres à prendre la fuite. Mieux vaut même provoquer la fuite qu'amener la mort de l'adversaire, car le fuyard en entraîne d'autres avec lui en semant la panique sur son passage.

Dans cet ordre d'idées, il est incontestable qu'un tir rapide, que de nombreux projectiles s'abattant en quelques instants sur une troupe ébranlée, en amèneront forcément la débandade. Il est donc nécessaire que, dans des moments convenablement choisis, lorsque le tir est bien dirigé, on puisse en accélérer l'exécution jusqu'à produire la débâcle de l'ennemi.

La solution de ce problème a pu s'obtenir sans trop de difficultés pour les bouches à feu embarquées sur les bâtiments de guerre, ou même employées dans les places fortes, parce que pour de telles armes les considérations de poids étaient presque négligeables. La solution se réduisait pour ainsi dire à la question de trouver une fermeture de culasse d'un maniement suffisamment rapide, et d'établir le canon sur un affût fixe, installé à demeure, n'étant exposé qu'aux fatigues provenant du tir ou aux coups de l'adversaire, contre lesquels même il était souvent spécialement protégé.

Le canon de campagne ne peut naturellement bénéficier d'une solution aussi facile : les nécessités

[1] Artillerie et budget, livraison du 15 février 1897.

de son transport par tous les terrains et par tous les temps imposent à sa construction comme à celle de son affût une certaine rusticité, et ne permettent pas l'emploi des mécanismes fort ingénieux, mais trop délicats en l'espèce, dont il peut être fait usage à bord ou dans les places fortes. De plus, les nécessités de transport imposent aussi des limites aux poids que l'on peut donner à l'ensemble du système.

Enfin, dans l'artillerie de campagne se pose, en outre, la question de réapprovisionnement. Les munitions renfermées dans les soutes des navires ou dans les casemates des forts y sont aménagées à loisir et transportées sans difficulté ni complications jusqu'à la bouche à feu qu'elles doivent alimenter. Il n'y a là ni trajets par des chemins encombrés et embourbés, ni confusions probables dans les envois. Il n'en est pas de même lorsque des parcs situés à plusieurs kilomètres en arrière doivent faire parvenir à chaque batterie combattante les munitions qui lui conviennent. Tous ces points de vue compliquent singulièrement le problème.

Aussi l'histoire de l'artillerie nous montre-t-elle que, depuis un demi-siècle, l'on s'est efforcé de simplifier la question en n'employant sur le champ de bataille qu'un seul calibre, et que l'on n'a dérogé à ce principe que pour des raisons financières.

C'est en 1853 que, sur l'initiative de l'Empereur, l'artillerie française entra la première dans cette voie, en n'employant plus que le calibre de 12. Toutes les bouches à feu, canon-obusier d'un nouveau tracé, canon de réserve, canon léger, obusier de montagne, tirent les mêmes projectiles, boulets pleins, obus ordinaires ou à balles, boîtes à mitraille : seules, les charges de poudre varient avec la nature des pièces. Il résulte de là une énorme simplification dans la constitution des approvisionnements et dans les ravitaillements. C'est ainsi que l'artillerie française put faire face aux nécessités multiples de l'expédition de Crimée, et assurer l'armement d'une partie des troupes dans la guerre d'Italie.

L'apparition des canons rayés, en 1859, fit disparaître cette unité, non que l'on en méconnût les avantages, mais par suite de considérations économiques. Effectivement, il avait bien été décidé au début que le canon de 4 constituerait la seule bouche à feu de campagne; mais on ne tarda pas à penser qu'il y avait lieu de chercher à utiliser l'approvisionnement considérable de canons-obusiers de 12 si récemment fabriqués ; la mobilité suffisante de ces canons et la puissance de leurs effets une fois transformés conduisirent donc à les adopter comme pièces de réserve, et dans la guerre de 1870, d'ailleurs, ils rendirent plus de services que les canons de 4, d'une action insuffisante contre l'artillerie allemande.

Ce sont des raisons économiques du même genre qui amenèrent la Prusse, lors de la création de son artillerie rayée, à conserver les deux anciens types de canons de 4 et de 6, malgré l'inconvénient du double approvisionnement; et l'heureuse marche des campagnes de 1866 et 1870, en favorisant le fonctionnement de tous les rouages de l'armée allemande, ne permit pas de se ressentir des difficultés que pouvait entraîner ce dualisme de calibres.

Aussi, ce dualisme fut-il conservé en Allemagne lors de la création d'un nouveau matériel en 1873. Mais, dès 1888, l'Etat-major allemand revint au principe unitaire, ne conservant que le canon de 9 centimètres. Ce canon tire actuellement deux sortes de projectiles : l'obus à balles et l'obus brisant ; ce dernier renferme une charge explosive puissante, qui le réduit en nombreux fragments. Si on le fait éclater exactement à hauteur de la ligne ennemie, la plupart de ces fragments s'abattent presque verticalement, atteignant ainsi les troupes abritées par des épaulements contre les effets des obus à balles ordinaires.

Pour pouvoir tirer avec sécurité ces nouveaux obus, sans que l'éclatement prématuré de l'un d'eux risquât d'amener la rupture de la bouche à feu et la mise hors de combat du personnel environnant, l'Allemagne améliora le métal de ses canons, remplaçant l'acier ordinaire par de l'acier au nickel plus résistant, susceptible de supporter sans se rompre l'éclatement d'un obus dans l'âme.

Tel est l'armement, à calibre unique, que possède actuellement l'armée allemande.

On assure, il est vrai, que l'on fabriquerait actuellement tout un nouveau matériel, du calibre réduit de 77 millimètres. Cette assertion est-elle bien fondée, étant donné que la fabrication de nouveaux canons de 9 centimètres vient à peine de se terminer, ou ne faut-il voir dans les commandes actuellement livrées que des essais sur une très large échelle, ainsi qu'il fut jadis procédé en France, et ce, d'autant plus qu'il paraîtrait que ces essais auraient révélé de nombreuses imperfections ?

Quoi qu'il en soit, le principe de l'unité de calibre serait conservé dans le nouvel armement, à peine altéré par l'addition de quelques mortiers de campagne, par imitation de ce qui se fait en Russie.

En Russie, effectivement, l'artillerie de campagne a réalisé l'unité de calibre avec une bouche à feu de 87 millimètres, d'une puissance un peu inférieure, mais d'une mobilité supérieure à celle du canon allemand de 9 centimètres.

L'armée russe possède aussi, seule actuellement en Europe, l'avantage d'employer pour son canon

un affût articulé supprimant la plus grande partie du recul et permettant d'accélérer ainsi le tir. Elle a donné ainsi l'exemple d'une amélioration progressive de son artillerie et s'est assuré une supériorité réelle à l'heure actuelle.

Quelques batteries de mortiers de campagne, également sur affût à recul limité, et d'une mobilité suffisante, complètent son armement. Elles sont destinées au tir contre les troupes abritées.

II

Voici donc quelle nous semble être actuellement la position de la question :

Les grandes puissances, dont le matériel de campagne comporte plusieurs milliers de bouches à feu, ne peuvent naturellement faire de changements sérieux qu'à de longs intervalles, et durent jusqu'ici se borner à des modifications de détail et à des études. Les constructeurs tels que Krupp, Canet, Armstrong, qui se disputent la clientèle des petits Etats et en reçoivent des commandes d'une importance relativement faible, peuvent au contraire à chaque nouvelle commande remanier complètement leurs tracés, en profitant des progrès réalisés dans la métallurgie de l'acier ou dans la fabrication des poudres.

C'est ainsi qu'ils purent établir des canons de 8 centimètres, d'une puissance égale ou supérieure à celle des canons réglementaires des grandes puissances, en allongeant le projectile et en lui imprimant cependant une vitesse supérieure, par l'emploi de charges de poudre convenables et grâce à l'amélioration du métal à canon. Toutefois, les efforts de l'industrie ne portèrent guère que sur ce point, bien que la question de l'artillerie de campagne soit plus encore une affaire de bonne organisation du projectile qu'une affaire de vitesse initiale, et il est permis de penser que les vitesses excessives annoncées dans certaines usines seraient plus désavantageuses qu'utiles, avec les projectiles et les fusées que l'on sait construire actuellement. La vitesse considérable, la rapidité du tir, la légèreté et la mobilité du matériel sont sans doute des éléments importants : mais l'élément essentiel du combat d'artillerie est l'efficacité du projectile éclatant sur l'ennemi, et cette efficacité ne peut être assurée que dans certaines conditions excluant les progrès exagérés dans la vitesse ou la mobilité.

Déjà dans les discussions qui précédèrent l'établissement de l'artillerie française actuelle, le général Treuille de Beaulieu s'élevait contre la tendance à la réduction des calibres, et signalait que la limite inférieure de 75 millimètres ne devait pas être dépassée. A cette limite, on a pu déjà réaliser des avantages balistiques sérieux : tel, par exemple, le canon de l'usine du Creusot, pesant 450 kilos et lançant un projectile de 7 kilos à la vitesse de 550 mètres.

La question a été posée, dans l'ordre d'idées contraires, par le général prussien Wille, dans un ouvrage fort discuté, intitulé *Le canon de campagne de l'avenir*, 1891. Avec un canon de 70 millimètres seulement, mais d'une longueur de 40 calibres, soit $2^{m},800$, se heurtant ainsi déjà à l'inconvénient de rendre très difficiles les mouvements de la pièce attelée, il proposait un projectile très allongé, du poids de 6 kil. 500, projectile que son faible diamètre rendait fort difficile à organiser pour fonctionner convenablement comme obus à balles; il proposait, en outre, de lui imprimer une vitesse initiale de 800 mètres, ce qui ne pouvait se réaliser qu'au prix d'une fatigue énorme, inadmissible, du canon et de l'affût. Il était forcé, du reste, pour satisfaire aux conditions d'un tel matériel, d'attribuer à l'acier qu'il employait des qualités d'élasticité comme de résistance absolument exceptionnelles et même irréalisables.

Les critiques ne manquèrent pas au projet, ni les propositions d'une solution plus conforme aux conditions actuelles de l'industrie et aux exigences du combat contre les troupes. Nous signalerons seulement celui du général prussien Rohne (canon de 80 millimètres, d'une longueur de $2^{m},30$ seulement, pesant 420 kilos, et lançant à la vitesse de 570 mètres un projectile de 7 kil. 500), ainsi que celui de Krupp (canon de 75 millimètres, d'une longueur de $2^{m},10$, pesant 400 kilos et lançant à la vitesse de 500 mètres seulement, un obus de 6 kil. 500). Ce dernier doit être sans doute voisin du modèle actuellement en essai sur une grande échelle en Allemagne.

Le canon léger du colonel espagnol Sotomayor, du calibre de 78 millimètres, ne pesant que 350 kilos, avec un affût du poids de 460 kilos, et lançant un obus de 7 kil. 260 à la vitesse fort raisonnable de 510 mètres, mérite aussi une mention spéciale, grâce surtout à ce fait que sa légèreté, qui lui assure une grande mobilité sur le champ de bataille et dans les marches d'approche, se concilie avec une remarquable puissance balistique. C'est peut-être à l'heure actuelle la meilleure solution qui ait été proposée pour le problème qui nous occupe.

III

Nous allons maintenant, profitant des remarques précédemment faites, essayer de dégager les bases de la solution à réaliser dans les conditions actuelles de l'industrie de l'acier et de la science des artifices.

Et d'abord, avant toute autre chose, avant de se préoccuper de fournir au projectile des vitesses initiales considérables et qui ne servent qu'à frapper l'imagination, il faut se bien pénétrer de l'idée que c'est le projectile et non le canon qui est l'élément essentiel de l'artillerie. Ce que l'on doit rechercher, c'est de l'établir le plus puissant possible et de le tirer de telle sorte qu'il fasse le plus d'effet possible à une distance moyenne de combat de 3.000 mètres.

Or, l'effet d'un projectile contre les troupes dépend de son mode de fragmentation et de la vitesse que possède chacun de ses éclats, vitesse qui doit être suffisante pour mettre un homme hors de combat. Cette vitesse résulte à la fois de celle que possède l'obus au moment d'éclater et de l'action de la charge de poudre qu'il renferme : cette dernière est loin d'être négligeable dans certains obus.

Il semblerait découler de là que plus la vitesse que possède l'obus est considérable, plus l'effet produit est redoutable : cela n'est vrai que dans une certaine mesure. Le projectile n'agit que sous l'action de la fusée qui le fait éclater ; et il faut donc la faire fonctionner au bon endroit, et, pour cela, pouvoir observer sans trop de difficultés le point d'éclatement, afin de faire subir au tir les corrections nécessaires.

Cette nécessité d'observation impose l'emploi d'une charge intérieure susceptible de donner un nuage de fumée bien perceptible à 3.000 mètres.

De plus, pour que l'obus éclate au bon endroit, il faut que l'on soit maître du fonctionnement de la fusée dans la limite d'écarts qui ne nuisent pas à l'efficacité de l'éclatement.

Dans cet ordre d'idées, il est indispensable que l'obus ne possède pas une vitesse supérieure à 300 mètres, à la distance de combat (3.000 mètres), sous peine de donner des tirs irréguliers, et, tant que l'on n'aura pas trouvé le moyen de créer une fusée fonctionnant avec une précision notablement plus grande qu'actuellement, ce sera fatigue et dépense inutile et même nuisible que de donner à l'obus une vitesse initiale supérieure à 550 mètres, chiffre qui correspond précisément à cette vitesse restante de 300 mètres.

Les conditions de tir ainsi déterminées, revenons à la bouche à feu, c'est-à-dire à la machine qui doit fournir à l'obus cette vitesse de 550 mètres au plus, et qui, en outre, doit permettre, pendant une très courte période, de tirer un grand nombre de projectiles à la minute. Que faut-il entendre par grand nombre ? La rapidité utile du tir est définie par la condition de pouvoir tirer à l'instant décisif, pendant un certain nombre de minutes, autant de coups que les servants peuvent durant le même temps préparer de fusées sur les obus : il faut que l'on puisse surveiller les résultats obtenus, sous peine de gaspiller ses munitions et d'en être dépourvu à un moment donné. Une rapidité supérieure, réalisée au prix de la complication et de l'alourdissement du matériel, serait illusoire comme effets de tir et nuisible aux autres points de vue. Dans ces conditions, une vitesse de 6 ou tout au plus de 8 coups par minute (moins de 8 secondes pour la préparation de la fusée), semble le maximum réalisable. Du reste, si l'on remarque qu'une batterie de six pièces enverrait ainsi par minute à l'ennemi 36 ou 48 obus se fragmentant en nombreux éclats, soit près de dix mille balles ou morceaux meurtriers, on reconnaîtra que ce résultat est assez formidable pour amener le désastre de l'adversaire. L'expérience a montré du reste que les mécanismes eux-mêmes ne peuvent donner pratiquement une vitesse plus grande et que les chiffres supérieurs ne sont obtenus que dans des séances où les circonstances favorisent exceptionnellement la rapidité du tir, où l'on emploie un matériel neuf, un personnel choisi, entraîné, maître de lui, ne redoutant rien d'un adversaire qui n'existe pas, toutes choses bien différentes des conditions réelles de la guerre.

Cette rapidité de tir, quel que soit son chiffre, les constructeurs proposent de l'obtenir à l'aide de la cartouche dite complète, c'est-à-dire en renfermant la charge dans une douille en laiton, qui supporte à son extrémité antérieure le culot du projectile. On supprime ainsi un « temps » dans le chargement, puisqu'il ne faut qu'une opération pour introduire et le projectile et la poudre.

Il n'est pas d'idée sur l'artillerie de campagne plus sujette à discussion. Cette question de la douille métallique intéresse et la rapidité du tir, et la facilité de la manœuvre, et surtout la question des réapprovisionnements.

Il semble, au premier abord, que la rapidité du tir soit augmentée : il n'en est pourtant rien, sauf peut-être dans les premiers instants : mais ces premiers instants sont précisément ceux où l'on doit tirer lentement, pour ne pas gaspiller ses munitions sans atteindre l'adversaire.

Il est facile de s'expliquer ce paradoxe apparent si l'on réfléchit que la douille coiffée du projectile a une longueur considérable par rapport à son diamètre, six fois au moins, et qu'il est nécessaire d'engager avec précision dans l'axe du canon cette pièce de deux pieds environ de longueur sous peine de choquer l'obus contre les parois au risque de le sortir de la douille. L'entrée dans le canon de deux éléments isolés, projectile et gargousse, l'un poussant l'autre, ne demande certes pas plus de temps et ne présente pas de risques de détérioration.

Ajoutons que, par le fonctionnement même du

tir, une douille métallique est extraite à chaque coup et vient tomber aux environs de la culasse; que ces douilles, au bout de peu de temps, en parsèmeront les abords, et que la circulation des pourvoyeurs s'en trouvera ralentie; que cet encombrement sera plus gênant encore au moment, toujours délicat, où les avant-trains viendront rejoindre la pièce pour un déplacement de la batterie.

Remarquons encore que la préparation pour le tir de la fusée qui coiffe le projectile sera moins aisée si ce dernier est juché à l'extrémité d'une longue douille que s'il est indépendant.

Voilà pour la rapidité du tir et la facilité de la manœuvre. Venons aux approvisionnements.

Il faut d'abord remarquer que ces longues gargousses nécessitent un aménagement spécial dans les coffres, et que les secousses du transport risquent de détruire le sertissage du projectile à l'extrémité de la douille. Le fait est tellement incontestable que, dans ses dernières études de canon de campagne, M. Canet transporte séparément l'obus et la charge, et ne procède au sertissage qu'au moment du tir : on arriverait tout aussi vite au chargement en introduisant successivement les deux objets dans l'âme.

Le poids d'une douille pour canon de campagne peut être évalué sans erreur sensible à 1 kilo : c'est un poids mort transporté presque égal au sixième du poids des projectiles : c'est une surcharge de 33 kilos dans un avant-train pour une même quantité (33) de coups à tirer. C'est donc l'alourdissement de tout le matériel, la diminution de cet élément essentiel qui est la mobilité.

Cet alourdissement des munitions se fait sentir non seulement dans les batteries de combat, mais naturellement dans tous les convois, dans toutes les expéditions faites des arsenaux aux armées.

Il ne faut pas oublier qu'un canon organisé pour tirer des gargousses métalliques ne peut tirer des gargousses ordinaires, et peut ainsi, dans certaines circonstances de la guerre, où les douilles feraient défaut, devenir absolument inutilisable, lors même que l'on disposerait de poudres et de projectiles.

Quel est donc pour nous l'avantage de la gargousse métallique? Il a, pour d'autres, celui d'assurer l'obturation à chaque coup, tandis que les obturateurs métalliques fixes se fatiguent et exigent des soins spéciaux; mais il n'en est pas de même pour l'obturateur plastique que l'artillerie française emploie sans inconvénient depuis plus de vingt ans.

Ainsi, la douille métallique représente une dépense considérable et, en outre, un poids mort d'environ le sixième du poids utile (poudre et obus) transporté. Son avantage d'obturation n'est pas à invoquer lorsque l'on peut faire usage de notre obturateur plastique; et, quant à la rapidité du tir, il est douteux qu'elle soit ainsi accélérée d'une façon appréciable; elle le sera bien plus sûrement et suffisamment par l'adoption d'un dispositif permettant de pointer pendant l'exécution du chargement, tel que celui qui consisterait à reporter la hausse assez en avant du système de fermeture pour que le pointeur soit placé en avant de celui-ci. Ce n'est donc pas dans le changement de cartouche qu'il faut chercher la vitesse du tir, c'est dans l'aménagement du système de pointage et dans la suppression ou l'atténuation du recul, soit dans l'étude de l'affût.

IV

Sous l'influence du mouvement du projectile, la pièce prend un recul qu'elle transmet soit immédiatement, soit par intermédiaire à l'affût. Dans le premier cas, le dispositif est simple, la pièce portant simplement par deux tourillons sur des encastrements ménagés dans les flasques d'affût. Dans le second cas l'affût est dit à déformation.

L'affût du premier type peut être muni d'une bêche de crosse ou d'essieu qui s'enfonce dans le sol au premier coup de canon, et fournit ensuite un point fixe ou du moins presque fixe, autour duquel tout le système est obligé de pivoter. La rotation qui en résulte se traduit par un soulèvement de l'affût et de la pièce, après lequel la crosse et les roues reprennent à très peu près leur position initiale. Le pointage se rétablit donc assez rapidement, mais au prix d'une très grande fatigue du matériel. On l'atténuera toutefois en fixant le point d'attache de la bêche non à la crosse même ni à l'essieu, mais bien au centre de percussion du système.

Dans le même ordre d'idées, l'interposition de tampons élastiques entre l'affût et l'essieu, a donné de bons résultats. Il en a été de même d'une disposition adoptée en Russie sur l'initiative du général Engelhart, et qui consiste à donner à la crosse une certaine indépendance par rapport au point fixe constitué par la bêche : la crosse peut, en effet, prendre un mouvement relatif autre que la rotation générale du système. Pour cela, elle est reliée à la bêche par une tige qui, au moment du recul, comprime des rondelles en caoutchouc logées dans la crosse. L'abandon de la rigidité atténue naturellement l'effet des percussions; et, après le tir, les rondelles comprimées ramènent la crosse à sa distance normale de la bêche. L'effet du recul ne se traduit que par un déplacement en arrière de la bêche de 5 à 6 centimètres; les roues et la crosse se retrouvent presque à la même place.

Ce système peut être considéré comme une bonne solution intermédiaire entre le type rigide et le type à déformation proprement dit, dans lequel le canon prend un mouvement relatif par

rapport à l'affût, ce dernier restant immobilisé par une bêche ou des arrêts puissants.

Dans ces systèmes à déformation, on peut distinguer deux types principaux : celui où le canon coulisse dans un manchon ou berceau rattaché sur l'affût, et celui où l'affût est franchement séparé en deux parties prenant l'une par rapport à l'autre un mouvement relatif. Jusqu'à ce jour, tous les appareils ainsi proposés présentent le grave inconvénient d'alourdir beaucoup l'affût, sans cependant que l'on puisse en garantir le bon fonctionnement en campagne.

Autre chose est d'établir un mécanisme fonctionnant bien à l'usine ou dans un terrain à proximité, manié par des ouvriers experts et n'ayant subi aucune avarie, autre chose est de se servir de ce même matériel sur le champ de bataille, à l'aide d'un personnel rappelé brusquement sous les drapeaux lors de la mobilisation, peu familiarisé avec les dispositions ingénieuses qu'il présente, et lorsque ce matériel a subi la fatigue des marches, l'épreuve des mauvais temps et les avaries éventuelles du combat. A notre connaissance, aucun des dispositifs préconisés ne présente une rusticité suffisante pour que l'on puisse l'adopter avec confiance.

V

Il semble résulter de toutes ces réflexions que le canon à tir rapide de campagne n'est pas encore viable, et que, s'il vient à voir le jour quelque part, nombreuses seront ses défectuosités, et heureuses seront les puissances qui auront attendu avant de se lancer dans une fabrication prématurée.

C'est surtout vers l'amélioration du projectile, plus encore que vers la recherche de mécanismes ingénieux et compliqués, que doivent se porter les études actuelles. Une vitesse initiale voisine de 500 mètres est bien suffisante pour le tir de campagne.

Le calibre doit varier entre 75 et 80 millimètres. A 75, limite inférieure, il sera intéressant d'étudier si l'on ne peut adopter un matériel assez léger pour ne réclamer que quatre chevaux au lieu de six, et donnant toutefois des effets suffisants.

Tout en conservant l'unité de calibre, on pourrait, en suivant l'exemple de l'Angleterre, adopter deux projectiles, un léger et un plus lourd. Le premier conviendrait aux batteries à cheval et à l'artillerie divisionnaire qui accompagne l'infanterie, le deuxième à l'artillerie de corps. Bien entendu, toutes les batteries seraient susceptibles de tirer les deux projectiles (dans des conditions de vitesse initiale différentes, il est vrai) afin d'éviter les conséquences d'une erreur de réapprovisionnement, ou d'un manque de munitions spéciales.

Les batteries de l'artillerie de corps seraient dotées d'un certain nombre de charges réduites, de manière à pouvoir exécuter des tirs plongeants et atteindre un adversaire abrité, sans recourir à des bouches à feu spéciales. Ces charges réduites ne seraient autres que celles du canon léger.

La gargousse métallique ne serait adoptée qu'en désespoir de cause et s'il est reconnu impossible d'assurer autrement une rapidité convenable de tir dans des moments exceptionnels et très brefs, car il ne faut pas perdre de vue que l'emploi de ces gargousses, outre les inconvénients signalés au point de vue tactique et à celui des réapprovisionnements, représente une dépense complémentaire très considérable, une charge très sérieuse pour le budget. A tous ces points de vue, les solutions intermédiaires d'un simple culot métallique au lieu d'une gargousse entière, ou même encore d'une gargousse métallique séparée du projectile, seraient à n'écarter qu'à la dernière extrémité.

L'affût serait naturellement plus léger pour les batteries légères que pour les batteries lourdes : on s'efforcerait de lui conserver une rusticité suffisante, en se contentant d'une bêche et soit d'une faible déformation, soit d'une action très énergique vers les roues. On redoutera les appareils trop compliqués pour le service de guerre, et les solutions trop délicates proposées aujourd'hui. Le système de pointage permettra d'effectuer cette opération pendant le chargement de la pièce.

Le poids du canon de campagne, avec son affût et son avant-train, ne saurait dépasser 1.600 kilos, si la voiture doit être attelée de six chevaux, ni 1.300 dans le cas du matériel léger. Ces chiffres sont parfaitement réalisables si l'on se contente des vitesses initiales indiquées plus haut.

Mais, quelle que soit la solution adoptée, si l'on se décidait à entreprendre une fabrication en grand, cette fabrication du type semblant le meilleur ne devrait cependant prendre qu'un caractère limité, et le matériel ainsi confectionné serait affecté à un groupe de corps d'armée déterminé. L'expérience indiquerait rapidement les améliorations, les rectifications, les suppressions nécessaires, et l'on doterait ainsi progressivement l'armée d'une série de pièces de même calibre, mais d'organisation différente, au lieu de l'enliser hâtivement dans l'uniformité d'un matériel imparfait. C'était l'opinion soutenue jadis par le colonel Frocard, reprise dans cette *Revue* par M. le capitaine Moch : c'est la seule solution qui nous semble admissible, tant au point de vue budgétaire qu'au point de vue technique. Il faut qu'en artillerie, comme ailleurs, on opère non par révolution, mais par évolution.

Colonel XXX...

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Leau (Léopold), *Ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure, Professeur agrégé au Lycée de Rennes.* — **Etude sur les Equations fonctionnelles à une ou à plusieurs variables.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *vol. in-4° de* 110 *pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1897.

Il s'agit de construire une fonction $y = f(x)$ telle qu'une transformation donnée opérée sur la variable x se traduise sur la fonction y par une transformation donnée. Autrement dit, φ et ψ étant deux algorithmes donnés, on doit avoir l'*équation fonctionnelle :*

$$f[\varphi(x)] = \psi[f(x)].$$

On aperçoit immédiatement quelle est la généralisation pour plusieurs variables.

La question est extrêmement difficile et a exercé la sagacité de nombreux géomètres. On n'a d'ailleurs envisagé que les hypothèses les plus simples : $\varphi(u) = u + a$ (cas d'Abel), $\psi(u) = au$ (cas de M. Schröder), a étant une constante.

Une matière connexe est l' « itération » des fonctions. Voici ce que c'est. L'équation fonctionnelle :

$$f[\varphi t(x)] = f(x) + t$$

fait correspondre à chaque nombre réel t une transformation φ_t qui, opérée sur la variable, augmente la fonction du nombre t. Prenons un second nombre réel t', il viendra :

$$\varphi_t[\varphi_{t'}(x)] = \varphi_{t+t'}:$$

la fonction φ est « itérée ».

M. Leau s'occupe d'abord de démontrer l'existence de certaines fonctions holomorphes ; il emploie la méthode des fonctions majorantes de M. Poincaré, concurremment avec celle des approximations successives de M. Picard. Ces résultats permettent à M. Leau de perfectionner la solution du problème de Schröder à une variable et d'aborder le même problème à plusieurs variables. Est aussi traitée l'itération.

Les solutions des équations fonctionnelles s'obtiennent sous forme de séries qui ne sont convergentes que dans un certain domaine (les modules des variables satisfaisant à certaines inégalités). Mais c'est là une imperfection qui se présente un peu partout en Analyse. Il en sera encore longtemps ainsi.

La thèse de M. Leau dénote chez l'auteur un talent mathématique d'ordre élevé et une faculté d'abstraction peu commune.

LÉON AUTONNE,
Maître de Conférences
à l'Université de Lyon.

Von Lilienthal (R.), *Professeur à l'Académie royale de Münster.* — **Grundlagen einer Krümmungslehre der Curvenscharen.** — 1 *volume* in-8° *de* 116 *pages.* (*Prix :* 6 *fr.* 25.) *B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig,* 1896.

Dans cet ouvrage, l'auteur expose les principes fondamentaux d'une théorie de la courbure des congruences de courbes. Elle peut être envisagée comme une généralisation de la théorie de la courbure des surfaces.

La *première partie* est consacrée à l'étude des congruences simplement infinies de courbes (planes ou gauches) et de leurs trajectoires orthogonales.

Dans la *seconde partie*, l'auteur examine les congruences doublement infinies déterminées par des équations finies. Il étudie comme cas particuliers les systèmes rectilignes d'après les recherches de Kummer, Königs, Bianchi, Guichard et d'autres, et les congruences de cercles d'après MM. de Ribaucour et Darboux.

Le cas où la congruence est déterminée par des équations différentielles fait l'objet de la *troisième partie.*

H. FEHR,
Privat-docent à l'Université de Genève.

2° Sciences physiques

Dumont (G.), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **Les Electromoteurs et leurs applications.** — 1 *vol. in-18 de* 184 *pages avec* 43 *fig. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire publiée sous la direction de M. H. Léauté.* (*Prix : broché,* 2 *fr.* 50 ; *cartonné,* 3 *fr.*) *Gauthier-Villars et fils et G. Masson, éditeurs. Paris,* 1897.

Dans ce petit ouvrage, qui ne comprend que 176 pages, M. Dumont a résumé les principes sur lesquels sont basés les électromoteurs, et il a indiqué les diverses applications.

La première partie est consacrée à l'étude de la distribution de l'énergie dans une usine, par la vapeur, par l'eau sous pression, par l'air comprimé, par l'électricité. La conclusion est que la distribution par électromoteurs est seule applicable dans le cas où les machines génératrices sont éloignées des points d'utilisation, et qu'elle peut avoir de l'intérêt dans divers autres cas soit pour conduire des groupes d'outils, ou chaque outil en particulier.

La deuxième partie renferme l'étude des moteurs et traite successivement des moteurs à courants continus, moteurs série, shunt, compound, des conditions de fonctionnement des moteurs à courants continus, des moteurs à courants alternatifs, des moteurs à courants polyphasés, et se termine par une comparaison des moteurs à courants continus et à champ tournant.

La troisième partie ne fait qu'indiquer les systèmes de transmissions électriques par groupes ou individuels.

La quatrième partie met en relief les avantages de ces transmissions sur les transmissions mécaniques. Dans la cinquième partie nous trouvons quelques chiffres sur la puissance réellement absorbée par les outils en travail, et dans la sixième partie, quelques réflexions sur les applications des moteurs à la transmission de l'énergie.

La question des moteurs électriques est traitée à un point de vue très général, mais, dans un ouvrage de si petites dimensions, il était difficile de s'étendre davantage sur les détails et les applications.

J. LAFFARGUE.

Le Verrier (U.), *Ingénieur en chef des Mines, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.* — **Les Applications de l'Electrolyse à la Métallurgie.** — 1 *brochure in-8° de* 60 *pages avec* 17 *figures.* (*Prix :* 3 *fr.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1897.

Comme l'auteur l'explique dans son introduction, ce volume comprend uniquement les applications de l'électrolyse par voie humide à la métallurgie. Ces applications donnent lieu à des opérations industrielles importantes : l'affinage du cuivre et la précipitation de l'or des liqueurs cyanurées, sans parler de la galvanisation électrique qui paraît aussi appelée au succès. Au contraire, les traitements électrolytiques des minerais n'ont pas encore réussi dans la pratique ; mais les essais ont été nombreux et il est nécessaire de les connaître.

Aussi les métallurgistes et les électriciens consulteront-ils avec grand intérêt cet ouvrage où sont con-

densés de nombreux documents exposés avec la clarté et discutés avec la compétence qu'on connaît à l'auteur. P. J.

Guinchant (J.), *Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Caen.* — **Etude sur la fonction acide dans les dérivés méthéniques et méthiniques.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *vol. in-8° de 192 pages. H. Delesques, éditeur*, 2, *rue Froide. Caen*, 1897.

On sait que l'introduction dans une molécule organique de radicaux électronégatifs communique à l'hydrogène voisin de ces radicaux une fonction acide qui est souvent assez énergique pour être confondue avec la fonction carboxylée, qui seule caractérise les acides vrais. Les plus simples de ces *pseudoacides* sont les dérivés du méthane répondant aux formules

$$R - CH^2 - R' \quad \text{ou} \quad R - CH\begin{cases} R' \\ R'' \end{cases}$$

dans lesquelles R, R' et R'' représentent des radicaux électronégatifs quelconques; les premiers, qui comprennent toutes les β dicétones et les β cétoaldéhydes, ont reçu de M. Haller le nom d'*acides méthéniques*; les autres, dont le type fondamental est l'éther acétylcyanacétique, sont appelés, par le même auteur, *acides méthiniques*, et M. Haller, seul ou en collaboration avec M. Held, a fait voir, dans une suite de recherches des plus intéressantes, aussi bien au point de vue théorique qu'au point de vue pratique, qu'ils constituent presque de véritables acides, dont l'énergie est au moins égale à celle de l'acide acétique.

M. Guinchant a eu l'heureuse idée de soumettre ces corps aux méthodes de la Chimie physique et de les comparer ainsi, mieux qu'on ne saurait le faire par la seule étude de leurs propriétés chimiques, aux acides véritables : il était en effet permis de croire qu'on pourrait peut-être ainsi décider la question de savoir si l'hydrogène métallique de ces composés est directement fixé au carbone ou s'il fait partie d'un oxhydryle tertiaire comme celui des phénols.

En appliquant d'abord la méthode cryoscopique de M. Raoult à la recherche de leur basicité, M. Guinchant trouve d'abord que tous les sels des éthers acylcyanacétiques, ainsi que ceux du dicyanacétate d'éthyle et du cyanomalonate de méthyle conduisent au même coefficient d'abaissement 35 qui caractérise les acides carboxylés monobasiques.

La même analogie se retrouve dans les mesures de conductibilité des mêmes sels : la différence entre les conductibilités des solutions contenant un équivalent électrolytique dans 1.024 et 32 litres d'eau est voisine du nombre 12 qui, d'après Bredig, caractérise les sels alcalins des acides monobasiques vrais.

En revanche, la Cryoscopie dans le benzène des acides méthiniques libres donne des droites d'abaissement absolument différentes de celles que donnent les acides carboxylés et tout à fait comparables à celles des composés neutres.

L'énergie de la fonction acide de ces corps a été déterminée en même temps par le calorimètre et par la mesure des conductibilités : les deux méthodes concordent et tendent à faire considérer les dérivés méthiniques, acétylcyanacétates et autres, comme des acides plus énergiques que l'acide acétique et voisins, sous le rapport de leurs affinités, de l'acide formique. En effet, leur chaleur de neutralisation par la soude dépasse presque toujours 20 calories, celles de l'acide acétique et de l'acide formique étant respectivement 18,3 et 22,3 calories; d'autre part la constante

$$k = \frac{1}{V} \frac{m^2}{1 - m},$$

dans laquelle $\frac{1}{V}$ mesure la dilution et m le coefficient de dissociation électrolytique et qui, d'après Ostwald, est proportionnelle à l'énergie de l'acide correspondant, prend pour les composés méthiniques des valeurs comprises entre 0,08 et 0,05, l'acide acétique donnant seulement 0,0018 et l'acide formique 0,021.

L'acétylacétone seule fait exception; malgré son énergie acide bien connue, depuis les travaux du regretté A. Combes, elle donne une constante d'affinité environ 10 fois plus faible que celle de l'acide acétique.

Enfin, sauf encore l'acétylacétone, tous les dérivés méthéniques ou méthiniques ont une chaleur de formation qui concorde avec l'hypothèse d'une constitution cétonique; le fait est important à noter, car on se rappelle à combien de discussions a déjà donné lieu la question de savoir si l'hydrogène substituable de ces composés est uni à du carbone, de l'oxygène ou de l'azote; la mesure des puissances réfractives par M. Brühl, celle du pouvoir rotatoire magnétique par M. Perkin, celle également des densités, appliquée par M. Guinchant, d'après la méthode de Traube, à un certain nombre de pseudoacides, tendait à faire envisager ces corps comme des alcools tertiaires plus ou moins dissociés. La vérité est que chaque méthode physique conduit à une formule de structure particulière ou à une superposition de deux formules différentes : cette structure est donc variable par elle-même et tous ces corps susceptibles d'une sorte de tautomérie dont les différentes formes, insaisissables, ne se révèlent que lorsqu'on fait varier les conditions de leur étude.

C'est une contribution importante à l'appui de cette idée que les atomes n'ont pas, comme le supposent nos formules de constitution, une situation fixe dans l'espace, mais sont, au contraire, animés d'un mouvement vibratoire qui les fait perpétuellement osciller autour de cette situation. Nous ne pouvons que féliciter hautement M. Guinchant de cette étude, qui témoigne de connaissances approfondies en Chimie physique et nous apporte toute une série de données, des plus intéressantes, sur la nature de la fonction pseudoacide.

L. Maquenne,
Maître de Conférences à la Sorbonne.

3° Sciences naturelles

Suchetet (André). — **Des Hybrides à l'état sauvage. Règne animal.** *Tome I* : **Classe des Oiseaux.** — 1 *vol. in-8° de 1.000 pages. J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1897.

Un ouvrage d'un millier de pages en caractères serrés ne saurait faire l'objet d'un résumé succinct. D'ailleurs l'œuvre de M. Suchetet mérite mieux qu'une analyse; elle vaut d'être lue, non seulement par les naturalistes, mais plus généralement par tous ceux qui s'intéressent au grand problème, celui de l'évolution des êtres.

Dans une introduction où l'auteur fait preuve d'une sérieuse érudition, l'importance de l'hybridité au point de vue de la question de « l'espèce » est bien établie en même temps que l'attention est attirée sur le nombre extraordinairement restreint d'observations scientifiques faites sur ce sujet. C'est pour combler, dans une certaine mesure, cette lacune signalée depuis longtemps, que M. Suchetet s'est attaché à réunir, par tous les moyens dont dispose un homme actif et entreprenant, des renseignements sur les hybrides connus actuellement, en éliminant, bien entendu, tous les cas de croisement entre formes animales plus ou moins complètement domestiquées. L'ouvrage étudie plus particulièrement l'hybridité chez les Oiseaux. 85 musées ou collections particulières ont fait part des sujets hybrides réels ou supposés dont ils sont possesseurs. Plus de 600 naturalistes ont entretenu des correspondances avec l'auteur, et l'on peut dire que l'ensemble des faits réunis constitue, au point de vue documentaire, un monument de la plus haute valeur. Chacun des spécimens hybrides signalés est décrit avec soin et son histoire est accompagnée de commentaires précieux.

En fin de compte, le nombre des « hybrides à l'état sauvage », que l'on peut considérer comme incontes-

tables, à l'heure actuelle, chez les Oiseaux, est très restreint; « l'hybridité à l'état sauvage reste une chose fort rare, tout à fait exceptionnelle ». Cette rareté s'accentue encore quand on élimine soigneusement les spécimens soupçonnés d'être descendus de parents ne vivant pas en pleine liberté; c'est le cas le plus fréquent pour les croisements d'espèces chez les Gallinacés, les Palmipèdes et les Passereaux. Or, ces trois ordres, en même temps, sont à peu près les seuls chez lesquels on signale, en nombre appréciable, des spécimens hybrides; dans les autres ordres (Columbæ, Grallæ, Accipitres et Scansores) ils sont extrêmement rares ou presque nuls. Le nombre des hybrides à l'état sauvage est donc fort peu élevé chez les Oiseaux; l'auteur admet toutefois qu'il en existe quelques exemples, mais ce qui reste certain, dit-il, c'est que « nous sommes encore incapables de citer une seule espèce dont la formation soit due à ces hybridations ».

Dr H. Beauregard,
Assistant au Muséum.

Van Biervliet (J.-J.), *Professeur à l'Université de Gand.* — **Elements de Psychologie humaine.** — 1 *vol. in-8° de* 318 *pages avec* 34 *figures.* (*Prix : 8 fr.*) *A. Siffer, place Saint-Bavon, Gand, et F. Alcan,* 108, *boulevard Saint-Germain, Paris,* 1897.

Le livre de M. Van Biervliet ne répond que fort imparfaitement à son titre : la Psychologie, je veux dire l'étude analytique des fonctions mentales, n'y tient, en effet, que la très petite place; on ne saurait, du reste, s'en étonner beaucoup, puisqu'aux yeux de l'auteur (p. 312), la science psychologique, en ses parties essentielles, la description et la classification des phénomènes internes, n'a fait que peu de progrès depuis Socrate, Platon et Aristote; ce serait perdre son temps que d'appliquer trop longtemps son effort à un ordre de connaissances qui s'est révélé si peu capable de se développer et de s'accroître. Il faut remarquer, d'ailleurs, que M. Van Biervliet, sans doute pour que la vérité de sa thèse en fût plus aisément démontrée, a proclamé qu'il n'utiliserait pas dans son ouvrage les inappréciables matériaux que la Psychologie morbide, l'étude des animaux et celle de la vie sociale, mettent à la disposition du chercheur. Il semble, d'après la table des matières de son livre, que ce qu'il a tenté de faire, c'est une esquisse rapide de la Psychologie générale, et c'est pour une telle œuvre qu'il s'est volontairement limité à ce que lui pouvait enseigner l'étude de l'individu normal, je pourrais dire presque de l'Européen adulte, car M. Van Biervliet semble ignorer de quel précieux secours est, pour l'intelligence des lois qui président à la genèse des événements internes, l'observation de l'âme de l'enfant, et combien de lumière peut jeter, sur les obscures et difficiles questions de l'émotion et de l'activité instinctive, du rôle des symboles dans la pensée et de la formation de l'idée de cause, la connaissance des manières de sentir et de juger des sauvages. Il est, du reste, contraint d'être souvent infidèle à son dessein, et les pages abondent dans son livre dont la substance est puisée tout entière dans l'étude des états morbides de l'esprit. A dire vrai, cependant, ce que M. Van Biervliet nous a donné, c'est, bien plutôt qu'un essai de Psychologie, une courte physiologie du système nerveux, accolée à une dissertation métaphysique sur la nature de l'esprit, ses rapports avec le corps, la liberté, etc. Il considère l'étude des fonctions mentales abstraites comme pouvant à peine trouver place dans la psychologie, et la renvoie à la logique; il ne distingue pas les sensations de leurs antécédents et concomitants physiologiques, et semble croire que les considérations sur l'immatérialité et la substantialité de l'âme, sur l'idéalisme et le déterminisme, sont du ressort de la Psychologie.

Le livre de M. Van Biervliet s'ouvre par une assez longue introduction (p. 9-66) (je dis longue, étant donnée l'étendue totale de l'ouvrage), que remplit tout entière une description sommaire du corps humain. Il faut noter qu'il a mis à profit dans son esquisse du système nerveux les conceptions nouvelles qu'ont permis de se former de sa structure les travaux de His, de Foler, de Golgi et de Ramon y Cajal.

L'ouvrage lui-même est divisé en trois parties assez singulièrement intitulées : Physiologie, Psychologie, et Psycho-physiologie des phénomènes conscients. Ces titres seraient, encore que fort inaccoutumés, acceptables en eux-mêmes; mais ils ne paraissent guère s'appliquer au contenu même des sections qu'ils désignent. La première est consacrée, en effet, à la sensation et aux phénomènes moteurs (instinct, etc.), la seconde aux idées et aux opérations intellectuelles et à la volonté, la troisième à l'imagination, à la mémoire, au langage, à l'écriture, aux mouvements expressifs, au caractère, à la personnalité et à la psycho-physique. On ne réussit à s'expliquer ces titres un peu étranges et l'ordre un peu surprenant où sont disposées les diverses questions que lorsqu'on sait que, pour M. Van Biervliet, une sensation est un mode de mouvement, et une idée une œuvre de l'activité de l'âme, immatérielle comme elle; quant aux images, il semble bien qu'elles soient situées à mi-chemin, mais c'est aux sensations qu'elles ressemblent le plus, et, elles aussi ne sont après tout, à ses yeux, que des mouvements. M. Van Biervliet aurait dû garder la souvenance des mémorables paroles de Tyndall sur les rapports qui unissent aux phénomènes nerveux les phénomènes psychiques, et il méditerait avec fruit la suggestive étude que publiait, en 1890, M. Th. Flournoy sur les rapports de la Psychologie et de la Métaphysique. De ce qu'un phénomène en conditionne un autre, il n'en résulte pas qu'il soit ce phénomène.

Il faut reconnaître, au reste, que, par attachement, sans doute, à ses idées, M. Van Biervliet a presque réduit la Psychologie de la sensation à la description des organes des sens, et qu'à ces si importantes questions de la vision des couleurs et de la perception de la distance, c'est à peine s'il consacre, et comme à regret, quelques pages rapides. Le sens musculaire seul est étudié avec quelque détail. Il y a, sur les variations et sur les illusions sensorielles, quelques paragraphes fermement et clairement écrits, qui constituent une assez bonne exposition élémentaire de ces questions. La Psychologie motrice est traitée plus parcimonieusement encore : les premières sections du chapitre sont de pure Psychologie. En ce qui concerne l'instinct, M. Van Biervliet a une théorie personnelle qui ne laissera pas que de surprendre un peu : « Un instinct est », pour lui, « une tendance à augmenter la tonalité « agréable des sensations d'une espèce déterminée ou « la tendance à se procurer des sensations de tonalité « agréable au moyen d'un objet d'une stimulation « déterminée. » Je ne sais si cette théorie purement hédonique de l'instinct est de nature à se gagner de nombreux partisans, et l'on peut se demander comment elle s'accorde avec l'hypothèse de Darwin sur la genèse des tendances instinctives, hypothèse que M. Van Biervliet semble reprendre à son compte.

Dans la seconde partie, la tâche à laquelle s'est attaché l'auteur, c'est de creuser aussi profond que possible le fossé qui sépare, à son jugement, l'idée de l'image; il paraît nier l'existence des images génériques, et n'admet pas que, de la fusion des images et de leur association à des mots, puissent naître les idées. C'est qu'à ses yeux, tandis que les images sont, vues du dehors[1], des mouvements, nul phénomène matériel ne correspond aux idées et aux opérations intellectuelles. Il se fait, du reste, du concept, une idée bien particulière : c'est ainsi qu'il écrit (p. 183) qu'une idée est la même pour tout le monde et qu'elle ne diffère

[1] Ces trois petits mots essentiels qui modifient toute la théorie et la font acceptable presque, se trouvent page 168; mais, page 216, où M. Van Biervliet traite spécialement des images, il les a omis.

d'un sujet à l'autre que par les images dont elle s'accompagne. Le chapitre consacré à l'étude générale de l'idéation est presque en entier un chapitre de pure métaphysique, et demeure en dehors du cadre de la *Revue*.

En traitant de la volition, M. Van Biervliet s'est de même proposé d'établir qu'il n'y avait rien de commun entre la volonté réfléchie et les formes inférieures de l'activité; il semble qu'il ait abouti à démontrer l'exactitude de la thèse inverse. Il nous faut passer rapidement sur un long chapitre consacré à la discussion du problème analytique du libre arbitre, où apparaît une bien étrange réfutation de la thèse déterministe (p. 226-227). M. Van Biervliet semble s'être mépris sur sa signification et n'avoir pas vu que ce qu'entendaient dire les déterministes, c'est que, dans une série donnée de phénomènes, chaque phénomène est la résultante nécessaire des phénomènes antécédents. Il est, au fond, de cet avis, et alors la polémique court risque de s'éterniser.

Le chapitre le plus important du livre est celui qui est consacré à la mémoire; il a une étendue disproportionnée (p. 262-295); l'auteur, dans cette partie de son ouvrage, a reproduit, en la condensant, une étude qu'il avait publiée antérieurement sur ce sujet; il explique la mémoire par les modifications permanentes imprimées dans l'écorce cérébrale par les excitations sensitives, modifications qui rendent plus aisée l'apparition de nouvelles sensations analogues à la sensation ancienne : c'est cette facilité plus grande d'apparition qui donne l'impression du déjà vu, du déjà senti. La réapparition des images est expliquée, suivant la théorie habituelle, par des processus d'association. La reconnaissance consciente, l'identification, est une opération intellectuelle qui se passe en quelque sorte hors de la sphère sensitive; les solutions données par M. Van Biervliet sont claires, mais trop simples vraiment et presque schématiques, elles impliquent l'admission d'hypothèses et de postulats que rien ne contraint d'accepter.

L'étude du langage se réduit à un aperçu sommaire du mécanisme de la phonation, à peine quelques mots sur les mouvements d'expression. Dans le chapitre, très court, qui est consacré à la Psycho-physique, on s'étonnera de voir citer Exner et Wundt parmi les physiologistes qui se sont « occasionnellement » occupés de Psychologie, et cela dans le même paragraphe où ce dernier est appelé le fondateur de la Psycho-physiologie.

De nombreuses fautes d'impression viennent un peu déparer ce livre, qu'en dépit des idées étranges et parfois surannées qu'il renferme et des singulières lacunes qui s'y rencontrent, on ne lira pas, sans doute, sans intérêt ni sans profit.

L. Marillier,
Agrégé de l'Université.

4° Sciences médicales

Lejars (Félix), *Agrégé; Chirurgien des Hôpitaux de Paris.* — **Le Lavage du Sang** (*Fascicule n° 3 de l'Œuvre médico-chirurgicale*). — 1 *broch. in-8° de 44 pages.* (*Prix : 1 fr.* 25.) *G. Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1897.

Cette monographie a pour but d'exposer l'état d'une question thérapeutique qui est peut-être destinée à un grand éclat. Le lavage du sang consiste à introduire dans l'organisme des solutions salines, sans action nocive sur les éléments du sang. Ces solutions portent, par une extension plus ou moins justifiée, le nom de sérums artificiels. Elles sont injectées soit sous la peau, soit directement dans une veine.

Ce fut le choléra, maladie où le sang subit des modifications évidentes, qui donna l'idée des injections aqueuses intra-vasculaires, des transfusions salines. Pendant longtemps on ne les employa que chez les cholériques. Après les travaux de Dastre et Loye (1888), qui démontrèrent chez les animaux la possibilité d'un véritable lavage du sang, la question s'élargit, et on en vint à l'espoir de débarrasser par ce procédé l'organisme malade des poisons ou toxines. Ce sont les essais nombreux faits à ce sujet, dans des cas très variés, qui donnent à la méthode une valeur thérapeutique digne de remarque.

Les liquides qui servent aux injections hypodermiques ou intra-veineuses doivent remplir certaines conditions. D'abord, ils doivent être aseptiques, stérilisés, limpides, homogènes, ne tenir en suspention aucune particule solide, aucune bulle d'air. L'eau pure est parfois employée, l'eau stérilisée de préférence à l'eau distillée. Le plus souvent le liquide est complexe : il contient, en certaines proportions, des sels minéraux entrant dans la composition normale du sang. Les sels les plus employés sont le chlorure de sodium, le sulfate de soude, le phosphate de soude, seuls ou réunis en proportions variant de 5 à 10‰. L'injection se fait à la température de + 40° à + 42° C.

M. Lejars décrit par le menu et avec le plus grand soin la technique opératoire de l'injection intra-veineuse, puis il expose l'étude expérimentale de la question. MM. Dastre et Loye, injectant à faible vitesse dans les veines d'un animal, chien ou lapin, de l'eau salée, virent que, grâce au jeu des émonctoires (reins, glandes diverses), il était possible de faire passer dans le sang une quantité d'eau salée relativement énorme, égale aux deux tiers du poids de l'animal. Donc la transfusion de doses plus modérées est inoffensive.

Quand on tue un animal par la saignée, la mort arrive, soit parce que la quantité des globules du sang est à un moment insuffisante à l'entretien de la vie, soit parce que les vaisseaux et le cœur sont trop vides pour que leur contractilité soit sollicitée. Le même fait arrive chez l'homme qui meurt d'hémorragie. Si alors on injecte dans les veines de l'eau salée, même en quantité moindre que celle du sang perdu, le pouls reparaît, le cœur bat et le malade se ranime. On pourrait craindre que cette dilution du sang ne ramenât l'hémorragie; au contraire, l'eau salée paraît faciliter l'hémostase. L'utilité de la transfusion séreuse est donc démontrée dans l'hémorragie grave.

Chez les animaux empoisonnés ou infectés, le lavage du sang amène des résultats variables, souvent contradictoires. M. Lejars, ces explications données, passe aux applications cliniques de la méthode. Elles ont été faites dans des circonstances très diverses.

Dans les hémorragies consécutives à des traumatismes ou chez les accouchées, les injections précoces, abondantes, répétées ont donné lieu à de véritables résurrections. Pratiquées après les commotions violentes avec ou sans hémorragie, avant les opérations chirurgicales laborieuses, elles rendent de réels services. Elles ont donné de bons résultats dans quelques cas d'empoisonnement, dans un cas d'intoxication par l'oxyde de carbone (Brodier) et par le gaz d'éclairage; et même dans une intoxication saturnine chronique (Sahli).

Le lavage du sang a été essayé dans des infections généralisées de nature différente avec des résultats inconstants, il est vrai, mais dont quelques-uns sont très encourageants.

Employée par de nombreux chirurgiens dans les septicémies péritonéales, cette méthode compte des succès à son actif quand elle est pratiquée dès le début des accidents : quelquefois le rétablissement est extrêmement rapide. Ailleurs, l'effet est plus lent à se produire : il faut répéter les injections. Même dans les cas malheureux, cette transfusion séreuse réitérée ne semble pas avoir eu d'influence nocive. — M. Tuffier a obtenu de bons résultats dans deux cas de tétanos en combinant la transfusion et la saignée. Appliqué à certaines affections médicales, urémie, éclampsie, coma diabétique, ce traitement est des plus rationnels. S'il compte ici des échecs nombreux, il ne faut pas oublier qu'on agit sur des malades dont les reins sont plus ou moins altérés et qu'il est de toute nécessité pour l'efficacité du procédé que les reins aient une bonne perméabilité. Nous savons déjà que le choléra est une des affections où la transfusion séreuse est le plus indiquée : elle est recommandable dans des maladies similaires, diarrhée cholériforme, dysenterie grave.

Dr A. Létienne.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 Septembre 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **Paul Serret** démontre les deux théorèmes suivants : 1° Six droites étant tracées dans un même plan, les centres des coniques inscrites à cinq de ces droites font toujours six points d'une même conique S, qui se réduit à un cercle si les droites données sont tangentes à une même hypocycloïde ; 2° Etant données sept droites quelconques, les courbes lieux du centre des coniques dérivées cubiquement de six quelconques de ces droites se coupent suivant les trois mêmes points.

2° Sciences physiques. — M. **Léo Vignon** a obtenu, par l'action de l'acide chlorhydrique et du chlorate de potasse à chaud sur la cellulose du coton, une poudre blanche qui est un mélange de 25 % de cellulose non modifiée et de 75 % d'oxycellulose : $C^{24}H^{38}O^{21}$. L'oxycellulose réduit énergiquement la liqueur de Fehling. — MM. **J. Battandier** et **Th. Malosse** ont poursuivi l'étude de la rétamine ; l'analyse chimique et la tonométrie lui assignent la formule $C^{18}H^{20}Az^2O$. Les auteurs ont préparé les bromhydrates, chlorhydrates et sulfates de ce corps. — MM. **P. Carles** et **G. Nivière** ont étudié l'influence des matières colorantes sur la fermentation des vins rouges très colorés. Ils concluent que : 1° la transformation incomplète du sucre dans les moûts très colorés est due à la matière colorante et non à l'acidité, car des décoctions de sureau, acidifiées ou non, ont donné le même résultat ; 2° cette matière colorante, voisine des tannins, agit comme antiseptique sur les microorganismes de la fermentation.

3° Sciences naturelles. — M. **E. Roze** a vérifié que le *Pseudocommis vitis* Debray était la cause de l'anthracnose ; il a constaté, en outre, que le *Pseudocommis* s'associe souvent à l'oïdium et produit la plus grande partie des ravages attribués à ce dernier.

Séance du 27 Septembre 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **Paul Serret** démontre le théorème suivant. Un heptagone étant circonscrit à l'hypocycloïde, les centres de gravité des divers triangles ayant, pour premier sommet, l'un quelconque des sommets de l'heptagone, et, pour point milieu du côté opposé, le centre C de la conique inscrite au pentagone formé des côtés de l'heptagone moins les deux qui se croisent au sommet employé, forment 21 points d'une même ligne droite.

2° Sciences physiques. — M. **J.-R. Mourelo** a constaté que tous les sulfures de strontium phosphorescents, quand on les expose à l'air et au soleil, à la température de 45° C., subissent plus ou moins, et dans un temps plus ou moins long, une décomposition. Les monosulfures ont une tendance à se polysulfurer et à se sulfater. — M. **R. Engel** montre que l'acide métastannique, après avoir subi une ébullition prolongée dans l'eau, donne, par dessiccation à l'air et dans le vide, deux hydrates $Sn^5O^{11}H^2$, $7H^2O$ et $Sn^5O^{11}H^2$, $2H^2O$, renfermant chacun deux molécules d'eau de moins que les hydrates correspondants $Sn^5O^{11}H^2$, $9H^2O$ et $Sn^5O^{11}H^2$, $4H^2O$ de l'acide métastannique préparé et lavé à froid. Chacun des hydrates desséchés donne un chlorure renfermant le même nombre de molécules d'eau que lui. — MM. **Léon Boutroux** et **P. Genvresse** ont préparé un certain nombre de sels doubles de cinchonamine insolubles dans l'eau acidulée ; ce sont les chlorures doubles de cinchonamine et de cadmium, de zinc et de cuivre.

3° Sciences naturelles. — M. **P.-P. Dehérain** présente son dernier ouvrage : « Les Plantes de grande culture », où il a indiqué les progrès réalisés dans la culture du blé, des pommes de terre et des betteraves. — M. **J. Dumont** a étudié les moyens de mettre en valeur les terres humifères. L'addition de carbonate de potasse provoque la formation de humates alcalins, qui favorisent la nitrification.

Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 21 Septembre 1897.

M. **Chauvel** présente un rapport sur un mémoire de M. le Dr **Caillet**, concernant un cas de plaie pénétrante de l'abdomen par coup de feu ; la laparatomie fit découvrir quatre perforations de l'intestin grêle, qui furent suturées ; le malade guérit. Dans ces cas de plaies pénétrantes, M. Chauvel recommande la laparatomie immédiate ; si on reste dans l'expectative, et que la péritonite se déclare, l'intervention chirurgicale a beaucoup de chances d'échouer. — M. **Laveran** présente un rapport sur deux notes du Dr **J.-J. Matignon**. Dans l'une, l'auteur relate ses tentatives infructueuses pour élucider l'étiologie de l'atriplicisme. Dans l'autre, l'auteur constate que les ascarides sont extrêmement fréquents chez les Chinois, et le sont beaucoup moins chez les Européens ; c'est le contraire qui a eu lieu pour le ténia. — M. le Dr **Moty** lit un travail sur la pathogénie de l'évolution vicieuse des dents de sagesse.

Séance du 28 Septembre 1897.

M. **Hallopeau** présente un rapport sur le traitement de la lèpre par les injections hypodermiques du sérum antilépreux du Dr **Juan de Dios Carrasquilla**. Le sérum antilépreux est du sérum de sang de cheval auquel on a injecté plusieurs fois du sérum de lépreux. Ce sérum est bien supporté par les malades ; mais son effet est encore incertain, quelquefois nul. Il y aurait lieu de procéder à de nouvelles expériences.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Récentes communications.

M. **Béchamp** expose ses recherches sur la fermentation alcoolique sans sucre. — M. **Maumené** expose ses idées sur cette question, ce qui conduit M. Béchamp à faire l'historique complet de ses travaux sur la fermentation alcoolique. — M. **Winter** donne les résultats fondamentaux de ses recherches sur le lait. La constance du point de congélation de ce liquide étant admise, on peut s'en servir dans la pratique de l'analyse, à la condition de déterminer tout d'abord une méthode simple et exacte de congélation. — M. **Muttelet** a fait réagir le chlorure de benzoyle sur les orthodiamines monosubstituées de formule

$$AzO^2 - C^6H^4 \begin{cases} AzHR \\ AzH^2 \end{cases}$$

R étant un radical gras ou aromatique. On obtient soit le dérivé benzoylé :

$$AzO^2 - C^6H^4 \begin{cases} AzHR \\ AzH - CO - C^6H^5, \end{cases}$$

soit un anhydride de ce dérivé :

$$AzO^2 - C^6H^3 \begin{cases} Az \\ Az \end{cases} \begin{matrix} R \\ C - C^6H^5. \end{matrix}$$

En réduisant ces dérivés nitrés on obtient des bases facilement diazotables. L'auteur a également nitré quelques-uns de ces anhydrides, préparé les bases produits de réduction de ces dérivés. Il donnera prochainement les propriétés tinctoriales des matières colorantes diazoïques préparées en partant de ces corps. — M. **Ponsot** communique les premiers résultats de ses mesures osmotiques faites à 11°,8 et à 0°,8. La pression mesurée de deux solutions très étendues a été trouvée égale à la pression calculée d'après la relation de van t'Hoff en admettant $i=1$. — M. **Delépine** communique ses observations thermochimiques sur l'hydrobenzamide, l'amarine et la lophine. Il a reconnu que l'amarine n'existe pas sous deux états allotropiques comme l'avait annoncé Claus. — MM. **Freundler** et **Etaix** ont continué l'étude des variations du pouvoir rotatoire des dérivés de l'acide méthyladipique. — M. **C. Marie** a obtenu, par l'action de l'acide hypophosphoreux sur l'acétone, un acide cristallisé présentant les propriétés d'un acide dioxyphosphinique ; il se propose d'étendre cette réaction. — M. **Tanret** répond à MM. Brand et Stoehr qui ont contesté les formules de ses glucosines en remarquant qu'ils ont opéré d'une manière différente de la sienne ; rien d'étonnant qu'ils aient obtenu des résultats différents. — M. **Tanret** a étudié la membrane cellulaire des champignons. Chauffée 10 heures à 100° avec de l'acide sulfurique à 2 °/₀ elle se transforme et se dissout ensuite partiellement dans la soude étendue. Les acides précipitent de la solution sodique un hydrate de carbone que l'hydrolyse transforme en donnant du glucose ordinaire. M. Tanret a constaté également que la chitine ordinaire manque complètement dans la levure de bière.

E. CHARON.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

A. Schuster, F. R. S. : **Sur les périodicités lunaire et solaire des tremblements de terre.** — Dans une récente communication à la *Société Royale de Londres* [1], M. C.-G. Knott est arrivé à cette conclusion qu'il existe une relation entre les mouvements de marée et les tremblements de terre. Le mémoire de M. Schuster est consacré à la discussion de ces résultats. M. Knott s'est servi de la méthode généralement employée : les tremblements de terre sont groupés ensemble par périodes et leur nombre exprimé par des séries de Fourier; le résultat dépend des valeurs plus ou moins grandes des coefficients de ces séries.

M. Schuster a d'abord recherché quel est l'ordre de grandeur de ces coefficients, lorsque les phénomènes se succèdent sans aucun ordre, parfaitement au hasard. La théorie des probabilités l'a conduit à un théorème qui, appliqué au cas de M. Knott, donne, pour les quatre premiers coefficients de la série de Fourier, les valeurs probables :

$$C_1 = 19,3 ; \quad C_2 = 15,7 ; \quad C_3 = 10,6 ; \quad C_4 = 5,02 ;$$

or, les coefficients trouvés par M. Knott sont :

$$C_1 = 10,3 ; \quad C_2 = 17,9 ; \quad C_3 = 10,9 ; \quad C_4 = 3,97 ;$$

Pour M. Schuster, ces résultats ne sont pas de nature à confirmer les vues de M. Knott, et la probabilité d'une périodicité lunaire des tremblements de terre doit être pour le moment abandonnée.

M. Schuster discute, en se basant sur le même critérium, les périodicités mensuelles et semi-mensuelles de M. Knott, et ne croit pas pouvoir les accepter; les périodicités indiquées par M. Davison lui semblent, au contraire, plus fondées.

Enfin, l'auteur donne un moyen de trouver le nombre minimum d'observations qu'il faut réunir pour pouvoir établir une périodicité donnée.

[1] *Revue générale des Sciences* du 15 juin 1897, p. 481.

2° SCIENCES PHYSIQUES

C. T. R. Wilson : **Condensation de la vapeur d'eau dans l'air et dans d'autres gaz.** — L'auteur a constaté que si de l'air, saturé de vapeur d'eau mais ne présentant aucune trace de condensation, est soumis à une rapide expansion, il se produit une condensation sous forme de gouttes de pluie quand le rapport du volume final au volume initial $\frac{V_2}{V_1}$ dépasse 1,252; si le rapport est plus faible, il n'y a pas de condensation excepté sur les parois du récipient. Si le rapport dépasse 1,252, le nombre des gouttes ne semble pas augmenter avec la valeur du rapport, jusqu'au moment où celui-ci atteint la valeur 1,37 à 1,38. Au delà, la condensation a lieu sous forme de nuage et le nombre des gouttes croît rapidement avec le degré d'expansion. Une série de phénomènes colorés s'observe pour des valeurs de $\frac{V_2}{V_1}$ allant de 1,38 à 1,44; elle correspond à une diminution du diamètre et à une augmentation du nombre des particules du nuage. L'auteur a étudié ensuite l'influence de divers gaz, tels que l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, le chlore et l'acide carbonique.

Si l'on appelle sursaturation le rapport de la densité de la vapeur lorsque l'expansion est complète et que le minimum de température a été atteint à la densité de la vapeur en équilibre sur une surface d'eau à la même température, on peut énoncer les résultats suivants :

La condensation sous forme de gouttes de pluie se produit avec tous les gaz (excepté l'hydrogène), si l'expansion est telle que la température tombe à —6° C. et que la sursaturation soit de 4,2 à 4,4. La même condensation se produit avec tous les gaz, l'hydrogène y compris, quand la température tombe à —16° C. et que la sursaturation est égale à 7,9.

Les rayons X agissent sur le phénomène en accroissant le nombre des gouttes.

J. A. Mac Clelland : **Rayons cathodiques et rayons de Lenard.** — Lorsque des rayons cathodiques tombent sur une feuille d'or ou d'aluminium très mince, on aperçoit derrière la feuille une légère phosphorescence. M. J.-J. Thomson explique ce phénomène en supposant que la feuille métallique agit comme une seconde cathode et émet des rayons analogues à ceux qu'elle a reçus. Ces rayons sont généralement appelés rayons de Lenard, du nom du physicien qui les a surtout étudiés.

L'auteur montre d'abord que les rayons de Lenard transportent une charge négative comme les rayons cathodiques. Dans un tube à vide (fig. 1) sont fixés

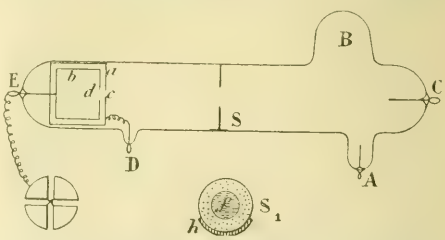


Fig. 1. — *Appareil montrant la charge négative des rayons cathodiques.* — A, anode; C, cathode ; S, écran recouvert d'une feuille d'aluminium *f*; *a*, cylindre métallique relié à la terre par D; *b*, cylindre intérieur relié à un électromètre par E.

deux cylindres métalliques *a* et *b*. Le premier, ouvert en *c*, est relié avec la terre par la borne D afin de préserver le cylindre intérieur des actions électriques extérieures. Le cylindre *b* possède également une

ouverture circulaire en *d*, en face de la cathode, et est relié, par la borne E, à un électromètre à quadrants. Lorsqu'on produit des rayons cathodiques, le cylindre *b* se charge négativement et, lorsque l'équilibre s'est établi avec le cylindre *a*, l'électromètre montre une déviation fixe de 175 divisions, correspondant à un potentiel de 87 volts. On place alors sur le trajet des rayons un écran S, portant en son centre une mince feuille d'aluminium *f*, et monté sur une pièce de fer *h* qui sert à le faire mouvoir au moyen d'un aimant. Dans l'expérience précédente, l'écran était placé dans la boucle B, hors du chemin des rayons. Lorsque l'écran S se trouve sur le trajet des rayons cathodiques, on observe néanmoins une déviation négative de l'électromètre, mais celle-ci est d'autant plus faible que l'écran est plus éloigné de la cathode. On doit donc conclure que les rayons de Lenard formés au delà de l'écran transportent une charge négative dont l'intensité dépend de l'intensité des rayons cathodiques qui l'ont produite.

Dans l'expérience précédente, l'écran était placé dans le tube; l'auteur montre que les mêmes phénomènes se produisent lorsque l'écran est placé hors du tube. Un tube (fig. 2) est terminé à son extrémité par une feuille de cuivre, percée en son centre d'une ouver-

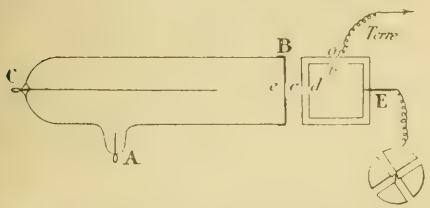


Fig. 2. — *Appareil semblable à celui de la figure 1, mais dans lequel les cylindres a et b sont placés en dehors du tube.*

ture *e*, fermée par un morceau de soie huilée. Deux cylindres *a* et *b* sont disposés comme dans l'expérience précédente. Si l'on produit les rayons cathodiques, le cylindre *b* se charge négativement, mais il faut qu'il soit placé très près de *c*; dans le cas contraire, les rayons de Lenard se diffusent dans l'air et le cylindre *b* ne se charge pas.

L'auteur confirme ensuite certaines expériences de Lenard qui montrent que la déviation magnétique des rayons cathodiques ou secondaires ne varie pas quand la pression du tube change, mais qu'elle diminue quand la différence de potentiel augmente.

Enfin, l'auteur a recherché quelle est la fraction du courant de décharge transportée par les rayons cathodiques. Il prend un tube à deux branches tel que la distance entre la cathode et l'anode est minimum par la grande branche et maximum par la petite branche latérale. Si l'on commence à faire le vide, la décharge

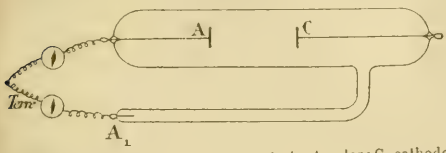


Fig. 3. — *Tube à deux branches.* — A, A_1, Anodes; C, cathode.

va de l'anode à la cathode par la plus courte branche; mais, arrivé à un certain degré de vide, la colonne positive passe par la branche latérale plus longue, tandis que le flux cathodique va de la cathode à l'anode par la branche courte. On peut d'ailleurs étudier quantitativement le phénomène en donnant au tube la forme de la figure 3. C est la cathode, A et A_1 les anodes reliées à la terre en passant par des galvanomètres. Quand on commence à faire le vide, la décharge passe en AC et on n'observe aucun courant en A_1C; à une certaine limite, la colonne positive passe par A_1C et le courant en AC est le 1/50 du courant en A_1C. Si la pression diminue encore, le rapport augmente et atteint la valeur limite $\frac{1}{k}$. On voit donc qu'au commencement de la phosphorescence, les rayons cathodiques transportent déjà 1/50 de la décharge et qu'aux vides élevés ils en transportent une bien plus grande partie.

William Ramsay, F. R. S., et **Morris W. Travers** : **Expériences sur l'argon et l'hélium.** — On sait que l'hydrogène, par exemple, possède la propriété de passer à travers le fer chauffé au rouge ou à travers le platine et le palladium modérément chauffés; ce fait s'explique soit par la solubilité du gaz dans le métal, soit par la formation de composés qui se détruisent ensuite. Les auteurs ont essayé de faire passer l'argon et l'hélium au travers des mêmes métaux, mais le résultat a été absolument négatif, même aux plus hautes températures. Ces expériences prouvent l'impossibilité, pour ces deux nouveaux éléments, de former aucun composé avec les métaux, ou de s'y dissoudre à chaud. Elles concordent bien avec ce que nous savions déjà de leur inertie chimique.

T.-E. Stanton : Sur le passage de la chaleur des surfaces métalliques aux liquides en contact avec elles. — La détermination du degré de transmission de la chaleur d'une surface métallique chauffée à de l'eau plus froide en contact avec elle, ou d'eau chaude à une surface plus froide, est un problème de la plus grande importance pour la théorie des chaudières et des condensateurs, mais dont l'étude expérimentale offre les plus grandes difficultés.

Péclet a montré que, dans le cas d'un métal chauffé en contact avec de l'eau, la chaleur se transmet par *conduction* à travers une pellicule d'eau adhérente à la surface et dont l'épaisseur dépend du degré d'agitation de l'eau, c'est-à-dire de la rapidité de la convection des particules chaudes à partir de la surface. Cette rapidité est difficile à déterminer. Une autre difficulté réside dans la variation de température que présente toute surface cédant de la chaleur à un liquide.

L'étude expérimentale du phénomène se fera le mieux si les deux conditions suivantes sont remplies : 1° surface transmettant de la chaleur à de l'eau se déplaçant au-dessus d'elle à une vitesse connue; 2° constance de la température de la surface. La première condition est remplie par un courant d'eau traversant un tube métallique. On arrive à la seconde par le dispositif suivant. Un tube métallique est entouré par un tube plus large; de l'eau chaude circule dans le manchon, de l'eau froide dans le tube central. La première cèdera de sa chaleur à la seconde à travers les parois du tube. Si les quantités d'eau sont les mêmes, l'élévation de température dans le tube intérieur sera égale à l'abaissement dans le manchon, et sur chaque section transversale la température moyenne sera constante.

Les expériences faites avec ce dispositif conduisent l'auteur aux conclusions suivantes : la chaleur transmise par une surface donnée à un courant d'eau en contact avec elle est : 1° indépendante de la pression de l'eau; 2° proportionnelle à la différence de température entre la surface et l'eau; 3° fonction de la vitesse de l'eau; 4° fonction de la viscosité de l'eau. Autrement dit, si ds est la surface et $d\Pi$ la chaleur transmise, on a :

$$d\Pi = k.ds.v^m (T_0 - t)(1 + \alpha T_0)(1 + \beta t),$$

où m varie de 0,825 à 0,855.

Ces résultats s'accordent parfaitement avec la théorie du Professeur Osborne-Reynolds, de sorte qu'on peut écrire, pour la diminution de température d'un bout à

l'autre du tube, la formule donnée par le savant anglais :

$$\frac{dl}{dr} k' \cdot \frac{B^{n}}{A} \cdot \frac{\eta}{D} \cdot \frac{P^{2-n}}{2r^{3-n}} w^{n-2} (T_0 - t),$$

où D et A sont des constantes dépendant de la nature du tube, D est le poids de l'unité de volume d'eau, w la vitesse axiale de l'eau, r le rayon du tube, T_0 la température de la paroi, t la température de l'eau,

$$P = (1 + 0{,}0336\,T + 0{,}000221\,T^2)^{-1}$$

et k' dépend de la viscosité de l'eau vers la surface. Les expériences montrent que

$$k' = k\,(1 + \alpha T^0)\,(1 + \beta t) \text{ où } \alpha = 0{,}004 \text{ et } \beta = 0{,}01,$$

de sorte que, pour un tuyau de longueur L, on écrit finalement l'équation suivante :

$$kL = \frac{w^{2-n} \log \frac{T_0 - t_1}{T_0 - t_2} (2r)^{3-n}}{P^{2-n}(1 + \alpha T_0)(1 + \beta t_m)}.$$

Des expériences ont été faites avec des tubes de $1^{cm},39$, $1^{cm},07$ et $0^{cm},736$ de diamètre et de 47, 46 et $44^{cm},5$ de longueur, avec des vitesses variant de 28 à 394 centimètres par seconde et des différences de température de 30° à 3°. Les valeurs obtenues pour k sont sensiblement concordantes; les valeurs extrêmes ne diffèrent pas de plus de 4 %.

Dans le cas de la chaleur transmise par l'eau à une surface, les expériences montrent que la viscosité de la pellicule d'eau de la surface a un effet beaucoup plus grand.

3° Sciences naturelles

W. de W. Abney : La sensibilité de la rétine à la lumière et à la couleur. — L'auteur étudie d'abord l'extinction de la sensation de lumière au centre de la rétine. Pour cela il réduit peu à peu l'intensité de la lumière tombant sur le point illuminé au moyen d'un nouvel appareil, formé d'un morceau de gélatine recourbé en anneau. Les indications de l'appareil sont proportionnelles au logarithme de l'intensité de la lumière qui le traverse. Plus la tache illuminée est petite, moins il faut réduire l'intensité de la lumière : au moment où il n'y a plus de sensation de lumière, l'intensité est reliée au diamètre de la tache par une formule simple : $I = x_m$. La réduction de l'intensité nécessaire pour produire l'extinction ne dépend pas de la surface illuminée, mais simplement de son plus petit diamètre. Les autres parties de la rétine obéissent à la même loi.

L'auteur a déterminé ensuite la réduction d'intensité d'un rayon coloré qui produit l'extinction de la couleur. Cette quantité est reliée au diamètre de la tache par une expression analogue à la précédente; le coefficient exponentiel seul diffère.

L'auteur montre ensuite que tous les champs colorés sont de la même forme, l'étendue dépendant seulement de l'illumination de l'aire de la surface de l'image qui tombe sur la rétine. Il y a une relation entre l'intensité de la couleur et l'étendue du champ. L'auteur donne les courbes d'illumination pour des champs colorés égaux et les courbes d'étendue du champ pour chaque couleur du spectre prismatique. Il trouve dans la rétine des champs d'égale sensibilité qui sont de même forme que les champs colorés.

Ces résultats ne s'accordent pas très bien avec les théories de Young ou de Hering sur la vision colorée.

C.-S. Sherrington, F. R. S. : **Sur la double conduction ou conduction antidrome dans le système nerveux central.** — Dans un mémoire présenté antérieurement à la Société, M. Sherrington avait attiré l'attention sur quelques cas frappants de « longue conduction » à travers l'axe bulbo-spinal. L'un des plus curieux est le suivant. Si, après section transversale de l'axe bulbo-spinal, on excite le *funiculus gracilis*, au niveau par exemple du *calamus scriptorius*, cette excitation détermine des mouvements dans le membre postérieur du même côté : chez le singe, c'est d'ordinaire l'adduction et la flexion du gros orteil; chez le chat, la flexion du genou, de la hanche ou de la cheville. Si, au lieu du *funiculus gracilis*, on excite le *funiculus cuneatus*, on obtient des mouvements du membre antérieur du même côté : chez le singe, d'ordinaire, la flexion et l'adduction du pouce, souvent accompagnées de l'extension des autres doigts; chez le chat, plus habituellement une flexion du coude avec protraction de l'épaule. Il se produit d'ailleurs des mouvements variés : le *funiculus gracilis* semble tenir sous sa dépendance les orifices anal et vaginal, la queue et les muscles abdominaux; le *funiculus cuneatus*, le diaphragme; mais l'excitation de ces faisceaux n'a jamais déterminé l'extension du coude ou du genou du même côté.

M. Sherrington n'avait tenté de donner aucune explication des faits dans son premier mémoire. Il a institué de nouvelles recherches; elles l'ont conduit aux résultats suivants : les mouvements déterminés dans le périnée ou le membre postérieur par l'excitation du *funiculus gracilis* après section transversale du bulbe, peuvent être obtenus après qu'on a isolé ce faisceau sur une longueur de 3 centimètres de ses connexions ventro-latérales et qu'on l'a suspendu à un fil par son extrémité supérieure. La réaction motrice ne peut guère être attribuée à la diffusion aux colonnes latérales des courants employés; ce sont des courants induits et d'une intensité si faible qu'ils sont à peine perceptibles à la pointe de la langue. Les électrodes étaient des aiguilles d'acier poli, placées à la surface de la moelle ou du bulbe, à environ 1 millimètre l'une de l'autre.

On peut obtenir la réaction lorsque la section transversale a été faite au-dessous des *nuclei gracilis et cuneati*. Les cellules de ces noyaux n'y jouent donc point un rôle essentiel. Elle n'est pas abolie par la section bilatérale complète des faisceaux ventro-latéraux et de l'axe gris à la hauteur de la Ve racine cervicale, ni de la VIIIe, ni de la Ve thoracique, ni de la Ire ou de la VIIIe lombaire; elle est abolie, au contraire, si les faisceaux dorsaux sont sectionnés à l'un quelconque de ces niveaux, les faisceaux ventro-latéraux et l'axe gris demeurant intacts. Les mouvements déterminés par le *funiculus gracilis* gauche sont rendus impossibles par la section du faisceau dorsal gauche; il en est de même à droite. Ils peuvent être provoqués, bien qu'incomplètement, par des excitations mécaniques, par la compression, par exemple, avec des pinces d'ivoire, ou même le simple contact de ces pinces.

Les faits qu'on vient d'exposer montrent que les excitations déterminées dans les *funiculi gracilis et cuneatus* ne suivent pas la voie du faisceau pyramidal. Mais M. Sherrington a de plus constaté que les « longs réflexes intra-spinaux », comme la rigidité sub-cérébrale ou le tonus musculaire des animaux « décérébrés » sont localement abolis ou du moins considérablement diminués par la section complète des racines rachidiennes sensitives qui appartiennent à la région où devrait se faire la décharge terminale.

Lorsque l'on excite une patte de devant, la décharge qui se fait par les voies longues de conduction détermine des mouvements du membre postérieur du même côté; celle qui se fait par les voies courtes détermine des mouvements du membre postérieur du côté opposé. Ces mouvements sont moins communément et moins aisément obtenus, moins énergiques et moins prolongés que ceux du membre postérieur du même côté, et ils apparaissent avec un retard marqué. Mais si l'on sectionne toutes les racines sensitives des nerfs qui innervent le membre postérieur droit et qu'on excite la patte de devant du même côté, c'est seulement dans le membre postérieur gauche que l'on détermine des mouvements. Dans le membre postérieur droit, il est extrêmement difficile, et souvent même impossible, de

faire apparaître aucune réaction motrice. La section des racines afférentes dans leur trajet extra-spinal rend de même presque impossibles les mouvements provoqués par l'excitation des *funiculis graciles* et des *funiculis cuneati*. On abolit par la section extra-spinale des racines afférentes des nerfs du membre pelvien droit, les mouvements du genou et du gros orteil droits qu'on déterminait aisément par l'irritation du *funiculus gracilis* à l'extrémité supérieure de la moelle. Il en est de même pour les membres antérieurs. D'autre part, la flexion du genou, du gros orteil ou du coude, provoquée par l'excitation de la zone rolandique de l'écorce ou des faisceaux latéraux, n'est pas rendue plus difficile à obtenir ; elle est même parfois rendue plus aisée par la section des racines sensitives. Il y a donc contraste, à ce point de vue, entre les réactions déterminées par l'excitation directe des *funiculis graciles* et des *funiculis cuneati* et celles qu'on obtient en excitant les faisceaux pyramidaux et la zone rolandique. Mais, à d'autres égards, il y a des analogies remarquables entre ces deux types de réaction.

Les mouvements provoqués par l'excitation des *funiculis graciles* et *cuneati* utilisent, à coup sûr, les faisceaux postérieurs comme voie de conduction et parfois dans toute leur longueur. Bien que les faisceaux postérieurs à l'exception d'un court et mince faisceau (*ground bundle*), qui est fonctionnellement exclusivement *ascendant*, soient composés en totalité des fibres des racines sensitives, ont la grande majorité, et en particulier toutes celles qui ont une grande longueur sont ascendantes, la transmission des excitations, dans ces expériences, se fait suivant la voie descendante, et souvent dans toute l'étendue du faisceau. La conduction se fait donc en direction descendante, en utilisant des fibres ascendantes : elle est antidrome au lieu d'être orthodrome. La décharge motrice résulte de la diffusion de l'excitation dans les collatérales des axones ascendants, qui agissent à leur tour sur des neurones moteurs. La propagation de l'excitation suivant cette direction est en contradiction avec la loi de *la polarisation dynamique des neurones*, formulée par Ramon y Cajal et van Gehuchten, mais elle ne présente pas de contradiction avec celle qu'a proposée W. James (*the law of forward direction*). La réaction obtenue par l'excitation des *funiculis graciles* et *cuneati* n'est, d'après M. Sherrington, qu'un cas extrême de double (antidrome, *doppelsinnige*) conduction nerveuse. Après l'observation fondamentale de Du Bois-Reymond sur le sciatique de la grenouille, les expériences de Kühne et de Babuchin ont donné à la théorie de la double conduction dans les nerfs périphériques des bases satisfaisantes. Mais il existe d'importantes différences entre leurs expériences et celles qui font l'objet de la note de M. Sherrington : 1° l'excitation se propage dans ce dernier cas, à des distances relativement énormes ; 2° la réaction motrice à son point de départ dans le système nerveux central. Ces différences ne font pas disparaître la parenté qui existe entre ces deux classes de phénomènes ; ils ne la rendent au contraire que plus instructive. Il est évident que l'on peut découvrir des cas de conduction antidrome dans d'autres parties du système nerveux central que dans les faisceaux postérieurs de la moelle. Ainsi, par exemple, lorsqu'on excite, et spécialement avec des courants électriques, le *vermis* du cervelet et l'isthme du rhombencéphale chez les mammifères, après avoir réséqué toutes les parties de l'encéphale situées au-dessus, on observe des mouvements des membres et du tronc et aussi des inhibitions de mouvements. Il faudrait déterminer si, en de pareils cas, n'interviennent pas des phénomènes de conduction antidrome par les voies ascendantes. Ces phénomènes, d'un précieux secours lorsqu'on s'est rendu compte de leur présence, peuvent conduire à des inférences erronées, s'ils sont méconnus. Leur emploi méthodique mettrait entre les mains des expérimentateurs un nouvel et utile instrument pour les recherches neurologiques.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Récentes communications.

1° Sciences physiques. — M. J.-D. van der Waals donne lecture d'une note de M. P. Zeeman faisant suite à la communication sur les lignes doubles et triples, présentée dans la séance de mai. Pour des champs magnétiques très forts, l'expérience et la théorie sont aussi d'accord. Des mesures du changement magnétique de la période pour le sodium, exécutées dans le Laboratoire de Physique de l'Université de Groningue, sont communiquées. — M. H. Kamerlingh Onnes communique un travail de M. E. van Everdingen Jr. intitulé : *Le phénomène de Hall et l'accroissement de la résistance magnétique du bismuth*. Par des expériences faites à l'aide de plaques carrées, il a été démontré que la périodicité dans le phénomène de Hall, dont il a été question dans la communication précédente (séance de mai), ne tient pas à la forme circulaire des plaques. Le calcul fait à ce propos mène au même résultat. D'autres observations ont prouvé que les erreurs d'expérimentation ne l'expliquent pas et que la cause probable est une cristallisation irrégulière. Des recherches entreprises avec des échantillons plus purs de bismuth ont appris que la prétendue analogie entre les coefficients de température du phénomène de Hall et de la conductibilité n'existe plus à des températures très basses. — Ensuite M. Onnes présente au nom de M. A. van Eldik : *Mesures des hauteurs d'ascension capillaire de la phase liquide d'un mélange de deux matières en équilibre avec la phase gazeuse* (*suite*). Au moyen de l'appareil décrit dans la séance précédente, on a mesuré des hauteurs d'ascension capillaire de mélanges de chlorure de méthyle et d'éthylène. Les expériences ont été faites aux températures de 10°,4 et 23° C., toutes deux supérieures à la température critique ± 9° de l'éthylène. Comme il était à prévoir, l'ascension capillaire diminue à mesure que la pression et donc aussi la proportion d'éthylène augmentent ; elle s'annule sous une pression qui doit être la pression de plissement correspondant à la température considérée : 55,20 atm. à 10°,4 et 59,15 atm. à 23° C. — M. H. Haga présente au nom de M. C.-H. Wind une seconde communication : *Sur l'influence exercée par les dimensions de la source sur les phénomènes de diffraction de Fresnel et la diffraction des rayons X* (*Revue générale des Sciences*, t. VIII, p. 728). L'auteur a étendu la théorie précédente des phénomènes secondaires de diffraction au cas de la diffraction par une tige opaque placée parallèlement à la fente éclairante. La théorie apprend qu'indépendamment de la largeur de la fente il y aura deux maxima, tout en dehors de l'ombre géométrique et à une distance déterminée des bords de celle-ci. Puis, si la tige est tellement mince qu'il n'y a pas d'ombre géométrique absolue, la théorie exige deux minima de part et d'autre du milieu et par suite un nouveau maximum au milieu même. Ces exigences de la théorie sont confirmées en tous les détails par les expériences faites avec de la lumière ordinaire aussi bien qu'avec des rayons X. Enfin l'auteur indique une certaine imperfection de sa théorie qui cependant ne se rapporte guère à la preuve de l'analogie des deux espèces de rayonnement. — M. H.-A. Lorentz présente une autre communication de M. C.-H. Wind : *Sur la dispersion de la rotation magnétique du plan de polarisation*. M. Poincaré croit pouvoir déduire de la théorie de M. Lorentz une formule pour la dispersion susdite qui serait en contradiction évidente avec les expériences (voir l'*Eclairage électrique*, t. II, p. 488). Au contraire, M. Wind, loin d'être convaincu par le raisonnement de M. Poincaré, tâche de faire voir comment la théorie de M. Lorentz, d'après l'exposé que l'auteur lui-même en a donné tout récemment, mène à une formule de dispersion tout à fait d'accord avec l'expérience. — Ensuite, dans un travail plus détaillé, M. H.-A. Lorentz indique l'erreur qui s'est glissée dans les considérations de M. Poincaré et développe une formule de dispersion plus générale, dont

celle de M. Wind forme un cas particulier. — M. H.-W. **Bakhuis Roozeboom** parle des *Courbes de fusion dans le cas de deux ou trois matières organiques*. Abstraction faite des cas où le mélange des matières solides se démêle dans la phase fluide, les positions d'équilibre entre les phases solides et fluides de deux matières se rangent dans les trois types suivants (fig. 1, 2 et 3).

Dans ces figures, les abscisses indiquent le nombre de molécules de l'une des deux matières, la somme des molécules des deux matières dans la phase fluide étant prise égale à 100; les ordonnées y indiquent la température. Au type premier, nous rencontrons les courbes de fusion AC et BC, qui indiquent pour chaque température la constitution du liquide en présence de la matière solide A ou B. Ces courbes concourent au point de solidification; à une température plus basse, le liquide se solidifie à un mélange A + B. Les deux autres types se présentent quand il y a des compositions chimiques dans la phase solide. On y suppose qu'il n'y a qu'une composition unique, AB. Le point C indique cette composition. Le type second se rapporte à une composition à point de fusion réel D. Alors à côté des deux courbes de fusion AE, FB pour les deux composantes solides, on a affaire à une branche EDF pour la composition, à deux points de solidification E, F et un

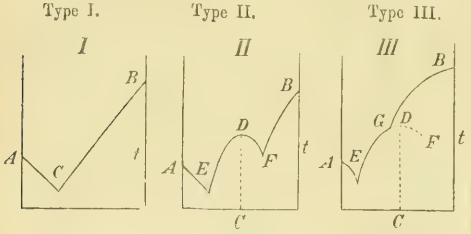


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

maximum dans le point de fusion. Dans le cas du type troisième, le point de fusion D n'est pas réel; le point G s'appelle un point de transition. S'il y a question de plusieurs compositions chimiques entre A et B, le type II ou III se répète. Jusqu'ici les types II et III ne se présentaient pas chez des systèmes de deux matières organiques. M. Kuriloff, de Saint-Pétersbourg, dans le Laboratoire de l'Université d'Amsterdam, en a trouvé récemment des exemples particulièrement prononcés. Les systèmes naphtol + acide picrique, benzène + triphénylméthane, benzène + trinitrobenzène appartiennent au type II. Il a obtenu les résultats suivants dans le cas du premier et du second système :

A. . .	0	121°	A . .	0	5°
E. . .	6	116	E . .	1.25	4.2
D. . .	50	157	D . .	50	78.2
F. . .	91	111	F . .	60.7	74
B. . .	100	122	B . .	100	92.5

Les lettres A, E, D, F, B indiquent les points remarquables, les deux colonnes qui suivent en font connaître les abscisses (pourcentage des molécules de l'acide picrique et du triphénylméthane) et les ordonnées. Dans le premier cas, la courbe de fusion de la composition solide, à un nombre égal de molécules des composantes, a une étendue considérable; elle est tant soit peu symétrique par rapport à l'ordonnée du point D. Dans le second cas, la partie qui se rapporte à l'excès du triphénylméthane qui représente la composante la moins volatile, est moins développée. Un exemple du type III est montré par le système benzène + acide picrique où les points remarquables A, E, G, B ont successivement les abscisses 0, 1'35, 50, 100 et les ordonnées 5°, 4, 4°, 84°3, 122°. Ensuite, M. Kuriloff étudia le système triple benzène + acide picrique + naphtol. La supposition que les courbes de fusion présenteraient des caractères encore plus prononcés dans les systèmes triples s'est confirmée, en particulier, pour la courbe de fusion de la composition naphtol + acide picrique. On en obtient la représentation la plus simple en plaçant les lettres qui caractérisent les trois matières aux sommets d'un triangle équilatéral, et en mesurant les coordonnées des points parallèlement aux côtés. Les points *a* et *b* sur PN (fig. 4) indiquent les fluides P + N qui existent à côté de la composition PN à 135°. En y ajoutant du benzol, on obtient toute une série de fluides compatibles avec la composition PN et représentée par la courbe *acb*. De la même manière, la courbe a_1db_1 correspond à la température de 120°, etc. — M. A.-P.-N. **Franchimont** s'occupe des *nitramines aliphatiques*, à l'occasion d'une communication de M. Bamberger (*Berichte der deutschen chem. Gesellsch*, t. XXX, p. 1248), se rapportant d'abord à l'action de l'acide nitreux sur la phénylnitramine et ensuite à une réaction de couleur qu'on obtient en ajoutant du zinc à une solution incolorée d'acide diabenzénique en acide acétique contenant α-naphtylamine. — M. J. van Bemmelen donne lecture d'un travail de M. F. **Schreinemakers** : *Sur les équilibres de systèmes triples à deux phases fluides*. Le système se compose de H_2O, nitrile d'acide succinique, NaCl. La constitution des solutions est représentée à l'aide d'un triangle équilatéral, dont les sommets portent les lettres des trois composantes; l'axe de la

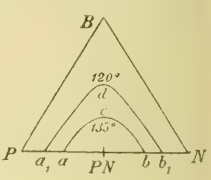


Fig. 4.

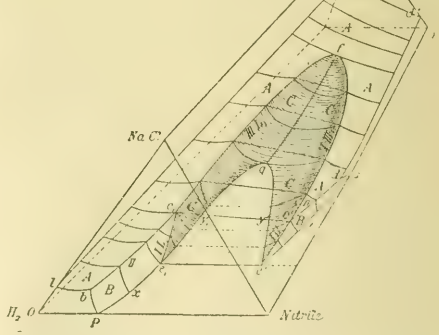


Fig. 5.

température est perpendiculaire au plan de ce triangle. Les résultats se déduisent de la figure 5.

2° Sciences naturelles. — M. **C.-A.-J.-A. Oudemans** présente une communication intitulée : *Observations mycologiques*, contenant la diagnose de trois nouvelles espèces : le *Brachysporium Pisi*, le *Marsonia Secalis* et le *Hendersonia Grossulariæ*, l'indication de neuf champignons connus, récemment observés en Hollande, et la description d'une nouvelle espèce : *Verpa indigocola*. — M. H.-J. **Hamburger** : *Sur une méthode de séparation et de détermination quantitative de l'alcali diffusible et non diffusible des matières séreuses*. P.-H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

8e ANNÉE N° 20 30 OCTOBRE 1897

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Génie civil

Les travaux du port de Marseille. — Le mouvement de la navigation dans le port de Marseille n'a cessé de s'accroître depuis plusieurs années. Or, non seulement la longueur des quais est devenue insuffisante pour la facilité du commerce maritime, mais encore les bâtiments calant plus de 7m,50 ne peuvent accoster et doivent opérer au milieu des bassins. Le gouvernement s'est inquiété de cette situation et une loi, rendue en 1893, décréta d'utilité publique un certain nombre de travaux à exécuter dans le port de Marseille, en particulier l'établissement d'un nouveau bassin au nord du Bassin National.

Le nouveau bassin, qui portera le nom de Bassin de la Pinède, aura les dimensions suivantes : longueur, 640 mètres; largeur, 500 mètres; profondeur, au pied des quais, 8m,50. Il sera divisé en plusieurs bassins par des môles intérieurs et il sera limité au nord par une nouvelle traverse, dite Traverse de la Madrague. Un bassin spécial sera réservé aux navires chargés de pétrole. La longueur totale des nouveaux quais sera d'environ 2.700 mètres, et elle augmentera d'un cinquième la longueur actuelle des quais.

Les travaux à exécuter, entrepris une première fois, furent suspendus en 1895. Une nouvelle adjudication eut lieu à cette époque et un ingénieur suisse, M. Zschokke, obtint l'entreprise. Les travaux ont recommencé à nouveau en juin dernier; ils auront une durée probable de cinq ans.

Le coût total des améliorations à introduire dans le port de Marseille est évalué à 20 millions. La Chambre de Commerce de la ville s'est engagée à en fournir le tiers, au moyen d'un emprunt garanti en partie par un nouveau péage sur les marchandises venant par mer. Le reste de la somme sera prélevé sur les budgets annuels du Ministère des Travaux publics.

§ 2. — Industrie

Comité de consultations industrielles. — Notre *Comité de consultations industrielles* reçoit parfois, — indépendamment des demandes de renseignements techniques dont il a mission de s'occuper, — des lettres qui se méprennent, volontairement ou non, sur sa destination. Certains correspondants le prient, d'une façon plus ou moins déguisée, de se prononcer soit sur des questions de priorité en matière d'inventions, soit sur la validité de certains brevets. Notre réponse, en ces cas, a été uniformément la même : « La *Revue* ne saurait intervenir, à un titre quelconque, dans les discussions de cette sorte. » Comme il devient fastidieux d'avoir à le répéter, elle prévient le public qu'elle ne répondra à aucune demande de ce genre. — Il demeure bien entendu, — cela va sans dire, — que son *Comité* continuera de donner aux intéressés tous les renseignements d'ordre scientifique et technique qu'ils solliciteront en vue du progrès de leur industrie.

Sur la préparation industrielle de l'aldéhyde formique. — A l'occasion d'un récent article de M. Molinié sur la désinfection des locaux [1], M. R. Pfister, ingénieur à la Société chimique des Usines du Rhône, nous adresse une intéressante communication d'où nous extrayons les indications suivantes :

M. Molinié exprimait le regret que l'aldéhyde formique consommée en France vienne, en grande quantité, de l'Allemagne. M. Pfister fait remarquer que l'usine de Saint-Fons (Rhône) s'est depuis longtemps préoccupée de préparer la formaldéhyde, et est actuellement outillée pour en produire 100.000 kilos par an. Ce sont les recherches de M. P. Monnet, faites en 1885 à l'usine de La Plaine près de Genève, qui ont rendu cette fabrication pratique.

M. P. Monnet constata, en effet, que le rendement du procédé ordinaire (Hoffmann, Tollens) — oxydation de l'alcool méthylique par l'air atmosphérique à 50°C., — dépend, dans une large mesure, des dimensions des appareils employés, et croît très vite, jusqu'à une certaine limite, avec l'augmentation de ces dimensions. Il importe surtout, au cours de la production, d'éviter que l'air employé détruise une partie de la formaldéhyde formée. M. P. Monnet régla ainsi l'opération : L'alcool méthylique était chauffé dans un récipient de 100 litres

[1] *Revue générale des Sciences* du 15 mai 1897, p. 364.

à 60° (température constante); un courant d'air était injecté dans la partie inférieure du réservoir; le mélange d'air et de vapeur d'alcool méthylique était dirigé dans une série de tubes de cuivre contenant d'abord de la mousse de platine, puis de la pierre ponce platinée, qui est de préparation facile et peu coûteuse. L'appareil ainsi disposé transforma, au début, 12 à 15 % d'alcool méthylique en formaldéhyde. Plus tard, le rendement fut doublé. Il a, comme on sait, été encore amélioré depuis.

On doit au même inventeur la préparation des dérivés du diphényl-méthane diamidé par l'action de la formaldéhyde sur ce dernier corps (1885). En faisant réagir l'aldéhyde formique sur la diméthylaniline, il obtint le tétraméthyl-diamido-diphényl-méthane; transformant cette substance en benzhydrol, puis en leuco-base de l'hexaméthyle rosaniline, il arriva, par oxydation, à l'hexaméthyl-rosaniline elle-même. Il en prépara le chlorhydrate, produit cristallisé qui, appliqué comme colorant, donne aux tissus de belles nuances violettes.

Depuis cette époque (1885), un grand nombre de procédés ont été imaginés pour obtenir, à l'aide de condensations analogues, des matières colorantes remarquables par leur solidité à l'air et à la lumière.

Il était utile, comme nous l'écrit M. Pfister, de rappeler ces travaux pour empêcher d'oublier la part d'invention et d'influence qui revient à la France dans l'industrie de la formaldéhyde.

Notre correspondant appelle, d'autre part, notre attention sur le mode d'emploi de l'aldéhyde formique comme désinfectant.

Dans les cas où la solution pouvait être employée, il n'y avait pas de difficultés. Mais dès qu'on voulait mettre à profit le pouvoir microbicide des vapeurs, on se heurtait à des obstacles. On essaya de produire la formaldéhyde sur place dans des lampes alimentées avec le méthylène. Mais ces lampes sont insuffisantes et, qui pis est, dangereuses. On chercha alors à dégager de la solution commerciale la quantité nécessaire de vapeurs. Ce problème, simple d'apparence, présente de sérieuses difficultés par le fait que la solution de formaldéhyde chauffée se polymérise, de sorte que la plus grande partie est perdue pour la vaporisation; il se forme du trioxyméthylène. Ce corps ne peut être vaporisé que difficilement, et, alors même, ne fournit pas de vapeurs de formaldéhyde pure; il donne, en grande partie au moins, des vapeurs de trioxyméthylène, qui se condensent en couche neigeuse dès qu'elles rencontrent une surface de température ordinaire. La Société chimique des Usines du Rhône a réussi à surmonter ces difficultés en chauffant la formaldéhyde commerciale et ses polymérisés sous pression. On obtient alors une dépolymérisation complète; et, si, avant de chauffer, on ajoute un sel hygroscopique, tel le chlorure de calcium, l'eau est retenue pour la plus grande partie, et les vapeurs dégagées consistent en formaldéhyde concentrée, pure et sèche.

§ 3. — Hygiène publique

L'adduction des Eaux du Loing et du Lunain à Paris. — L'approvisionnement de la Capitale en eau de sources peut être évalué actuellement à environ 72 millions de mètres cubes par an (Vanne, 36 millions, Dhuis, 6, Avre 30); ces quantités — étant données les exigences de l'hygiène moderne, jointes à la diminution des débits en été au moment du maximum de consommation — sont insuffisantes. L'Administration des eaux est obligée, durant les grandes chaleurs, d'alimenter certains quartiers avec de l'eau de Seine. Pour remédier à cette fâcheuse situation, l'adduction de nouvelles sources a été décidée. Après étude d'un projet dressé le 11 septembre 1893, par les ingénieurs du Service municipal de Paris, le Parlement, par la loi du 21 juillet 1897, autorise le captage et l'amenée à Paris des eaux de quelques sources sises dans les vallées du Loing et du Lunain.

Les sources désignées sont situées aux environs de Nemours (Seine-et-Marne); pour le Loing, elles forment deux groupes distincts : un premier en amont de Nemours, sur la commune de Saint-Pierre, comprenant les fontaines de la Joie et de Chaintreauville; un second en aval, au milieu de tourbières près de Montigny-sur-Loing dans la partie sud de la forêt de Fontainebleau, pour les sources des Bignons et du Sel. Les eaux coulant vers le Lunain, affluent du Loing, sont prises à gauche à la fontaine Saint-Thomas, à droite à la source Villemert. Ces eaux alimentaient la ville de Nemours en eau potable, le trop-plein se déversait dans le canal du Loing; aucune industrie n'utilisait leur force motrice, l'agriculture les employait peu en irrigation; aucun obstacle sérieux n'a donc entravé le projet de loi, la Ville de Paris s'engageant à fournir à Nemours 800 mètres cubes d'eau potable par jour, à assurer par des ouvrages suffisants le service du canal et à payer des indemnités aux parties lésées.

Le cube total disponible est d'environ 51.000 mètres cubes en vingt-quatre heures, d'une eau très potable, sortant d'un sol crayeux; même la source « au sel », jaillissant au milieu de marécages, fournit de bonnes eaux provenant du sous-sol; comme elle traverse, avant d'arriver à la tourbe superficielle, une épaisse couche de graviers s'opposant à toute contamination, elle est parfaitement saine.

Pour collecter ces diverses sources, deux conduites, l'une de 7 kilomètres pour le Lunain, l'autre de 15 pour le Loing, réunissent toutes les eaux et les amènent ensuite en une conduite unique à l'usine de Sorques, où de puissantes pompes élèveront les eaux de la cote 56 à la cote 92 mètres, de façon à les amener au même plan horizontal que les eaux de la Vanne, et favoriser leur arrivée dans Paris au réservoir de Montsouris

De ce point, l'aqueduc projeté sera parallèle et même juxtaposé sur sa plus grande longueur à la canalisation actuelle de la Vanne depuis la forêt de Fontainebleau jusqu'à l'entrée de Paris; la longueur totale sera de 73 kilomètres.

La conduite en maçonnerie, hourdée en ciment, aura $2^{m},70$ de diamètre, permettant un débit de 180.000 mètres cubes en vingt-quatre heures; cet ouvrage peut paraître exagéré pour le cube amené, mais le but est de doubler l'aqueduc de la Vanne en cas de réparation à ce dernier, et plus tard de l'utiliser pour l'adduction de nouvelles eaux du bassin supérieur de la Seine et de l'Yonne. — L'aqueduc de la Vanne arrive à Paris en conduites posées sur le sol ou sur piles; la traversée des rivières, de la Bièvre notamment, a lieu sur arcades, pour éviter la destruction par les agents atmosphériques, l'échauffement de l'eau. On a pour la dérivation du Loing adopté un autre principe : la canalisation est enterrée, les cours d'eaux traversés en siphon dans des tubes d'acier. Les travaux sont estimés à 25 millions, ce qui grèvera la contribution de chaque Parisien d'environ 0,30 par an pour une augmentation journalière de 25 litres ; l'alimentation en eau de sources sera alors portée de 100 litres à 125, quantité suffisante jusqu'au jour où l'accroissement de la population parisienne, l'installation complète du tout-à-l'égout nécessiteront encore le captage de nouvelles sources pour arriver, à l'époque où toutes les eaux disponibles seront absorbées par la métropole, à la réalisation de quelques projets fantastiques comme la dérivation d'un lac suisse à Paris. **Marcel Molinié.**

§ 4. — Sciences médicales

Une nouvelle théorie de l'action des substances antiseptiques et des poisons. — Deux savants allemands, MM. Krönig et Paul, viennent de publier un mémoire des plus intéressants sur l'action bactéricide d'un certain nombre de corps en solution

et ses relations avec la composition chimique de ces corps et leur état de dissociation moléculaire[1].

Les expériences ont été faites avec des précautions minutieuses. Dans un liquide, contenant en suspension des spores de bactéridie charbonneuse ou de *Staphylococcus pyogenes aureus*, on fait tremper des cristaux de grenat de même dimension et stérilisés. On les retire et on les sèche; ils sont alors recouverts d'une couche uniforme de spores. D'autre part, on prépare des solutions des corps à expérimenter contenant, à la même température et à la même pression, le même nombre de molécules. Les cristaux recouverts de germes sont trempés dans ces solutions et on compte le nombre de

Fig. 1. — *Adduction des eaux du Loing et du Lunain à Paris.*

[1] *Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten*, 1897, t. XXV, page 112.

colonies persistant plus ou moins longtemps après l'action des désinfectants.

Voici les conclusions de ce mémoire, telles que les rapporte la *Revue d'Hygiène :*

1. Pour comparer le pouvoir toxique de substances diverses, il faut opérer avec des quantités renfermant le même nombre de molécules.

2. Le pouvoir désinfectant des solutions de sels métalliques ne dépend pas seulement du degré de concentration du métal en solution, mais aussi des propriétés spécifiques des sels et du milieu dans lequel ils sont dissous.

3. Les solutions de sels métalliques ont un pouvoir désinfectant extrêmement faible si le métal fait partie d'un ion très complexe et si, en conséquence, l'ion métal est à un degré très faible de concentration.

4. L'action d'un sel métallique ne dépend pas seulement du pouvoir spécifique de l'ion métal, mais aussi de celui de l'ion négatif de la partie non dissociée.

5. Les combinaisons halogènes du mercure, y compris les cyanures et sulfocyanures, agissent en raison de leur degré de dissociation.

6. Le pouvoir désinfectant de solutions aqueuses de bichlorure de mercure diminue à la suite de l'addition de combinaisons halogènes de métaux et de sels minéraux. Il est vraisemblable que cette diminution tient à un affaiblissement de la dissociation électrolytique.

7. Le pouvoir désinfectant de solutions aqueuses de nitrate, sulfate et acétate mercuriques augmente sensiblement par l'addition modérée de chlorure de sodium.

8. Les acides désinfectent en général en raison de leur degré de dissociation électrolytique, c'est-à-dire de la concentration de l'ion hydrogène contenu dans la solution.

Les ions négatifs, ainsi que les molécules non dissociées des acides fluorhydrique, nitrique et trichloracétique ont une action toxique spécifique. Cette action spécifique, à mesure que la dilution augmente, devient plus faible par rapport à celle de l'ion hydrogène.

9. Les bases potasse, soude, lithine, ammoniaque désinfectent en raison de leur degré de dissociation, c'est-à-dire en proportion de la concentration des ions oxydriles contenus dans la solution.

Les ions hydrogènes ont à égale concentration une action plus grande vis-à-vis des spores charbonneuses et surtout du *Staphylococcus pyogenes aureus* que les ions oxydriles.

10. Le pouvoir désinfectant des métalloïdes halogènes, chlore, brome, iode est d'autant plus faible que leur poids atomique est plus fort.

11. Les agents d'oxydation, acides nitrique, bichromique, chloratique, sulfurique et hypermanganique sont d'autant plus actifs qu'ils sont plus élevés au point de vue de leur dissociation électrolytique. Le chlore a une action spécifique très forte.

12. Le pouvoir désinfectant de divers agents oxydants est augmenté d'une façon notable par l'addition des acides dus à la combinaison de l'hydrogène avec un corps halogène (exemple : addition d'acide chlorhydrique avec le permanganate de potasse).

13. Les auteurs confirment l'observation de Scheuerlen, d'après laquelle les solutions phéniquées désinfectent mieux quand on y ajoute des sels. Leurs recherches ne permettent pas de fournir de ce fait une explication satisfaisante.

14. Ils ont pu confirmer le fait connu de l'activité désinfectante à peu près nulle des agents mis en dissolution dans l'alcool éthylique, l'alcool méthylique et l'éther éthylique absolus.

15. L'action désinfectante de solutions aqueuses de nitrate d'argent et de bichlorure de mercure est sensiblement augmentée par l'addition de certaines proportions d'alcool éthylique, méthylique et d'acétone.

16. Le pouvoir désinfectant de solutions aqueuses du phénol et d'aldéhyde formique diminue avec l'addition d'alcool éthylique ou méthylique, en quelque proportion que ce soit.

17. Le pouvoir désinfectant des sels métalliques est moins fort dans le bouillon, la gélatine, les humeurs organiques pures ou diluées dans l'eau que dans l'eau pure. Cette diminution tient vraisemblablement à une diminution de la concentration de l'ion métal dans la solution.

18. On ne peut tirer du pouvoir bactéricide d'une substance une conclusion au sujet de son action stérilisante vis-à-vis des microbes.

19. Il est vraisemblable que dans cette dernière la dissociation électrolytique des sels métalliques joue un rôle peu important et que tout se réduit à la concentration du métal dans le milieu nutritif.

20. Il existe des relations générales obéissant à des lois déterminées entre la concentration et la toxicité des solutions de bichlorure. Il est probable que des relations analogues s'observent dans les solutions d'autres corps.

21. L'action toxique des sels métalliques sur les cellules végétales vivantes est en relation avec le degré de dissociation électrolytique.

§ 5. — Enseignement

Cours du Muséum d'Histoire naturelle. — Les cours du Muséum auront lieu comme suit pendant l'année classique 1897-98.

Cours de Botanique (*Organographie et Physiologie végétales*). — Professeur : M. Ph. Van Tieghem. Mardis, jeudis et samedis, à 9 heures (semestre d'hiver).

Cours d'Anatomie comparée. — Professeur : M. H. Filhol. Lundis, mercredis et vendredis, à 2 heures (semestre d'hiver).

Cours de Zoologie (*Reptiles, Batraciens et Poissons*). — Professeur : M. L. Vaillant. Mardis, jeudis et samedis, à 10 heures (semestre d'hiver).

Cours de Zoologie (*Animaux articulés*). — Professeur : M. E.-L. Bouvier. Lundis, mercredis et vendredis, à 10 heures (semestre d'hiver).

Cours de Physiologie générale. — Professeur : M. N. Gréhant. Lundis, mercredis et vendredis, à 10 h. 1/2 (semestre d'été).

Cours de Pathologie comparée. — Professeur : M. Chauveau. Mardis, jeudis et samedis, à 2 heures (semestre d'hiver).

Cours d'Anthropologie. — Professeur : M. E.-T. Hamy. Mardis, jeudis et samedis, à 3 heures (semestre d'été).

Cours de Physique appliqué à l'Histoire naturelle. — Professeur : M. H. Becquerel. Lundis, mercredis et vendredis, à 1 heure (semestre d'hiver).

Cours de Botanique (*Classification et familles naturelles*). — Professeur : M. E. Bureau. Lundis, mercredis et vendredis, à 1 heure (semestre d'été).

Cours de Chimie appliquée aux corps organiques. — Professeur : M. Arnaud. Lundis, jeudis et samedis, à 4 h. 1/2 (semestre d'été).

Cours de Géologie. — Professeur : M. St. Meunier. Mardis et samedis, à 5 heures (semestre d'été).

Cours de Minéralogie. — Professeur : M. A. Lacroix. Mercredis et vendredis, à 4 h. 3/4 (semestre d'été).

Cours de Physiologie végétale appliquée à l'Agriculture. — Professeur : M. P.-P. Dehérain. Mardis et samedis, à 2 heures (semestre d'été).

Cours de Zoologie (*Mammifères et Oiseaux*). — Professeur : M. Milne-Edwards. Lundis, mercredis et vendredis, à 2 heures (semestre d'été).

Cours de Zoologie (*Annélides, Mollusques et Zoophytes*). — Professeur : M. E. Perrier. Mardis, jeudis et samedis, à 1 h. 1/2 (semestre d'été).

Cours de Paléontologie. — Professeur : M. A. Gaudry. Mercredis et vendredis, à 3 h. 1/2 (semestre d'été).

Cours de Culture. — Professeur : M. Maxime Cornu. Lundis, mercredis et vendredis, à 9 heures (semestre d'hiver).

L'ÉTAT ACTUEL
DU TRAFIC ET DE L'INDUSTRIE DE L'IVOIRE

L'étude de l'ivoire intéresse à la fois la Zoologie, le Commerce, les Arts industriels, on pourrait presque dire aussi les Sciences sociales. Le commerçant qui importe ce produit, l'industriel qui l'utilise, ont besoin d'en connaître les origines, l'abondance relative et les qualités, et donc de se renseigner sur la distribution géographique des animaux qui le fournissent. Ces animaux sont : l'Eléphant, le Mammouth, le Morse, l'Hippopotame, le Sanglier, le Cachalot, le Narval ; mais le plus important est assurément l'Éléphant. La capture de ce pachyderme, le trafic de ses dents ont marqué les principaux épisodes de la pénétration européenne en Afrique. Pendant longtemps, en effet, le nègre et l'ivoire furent les marchandises les plus importantes de cette partie du monde. Aujourd'hui encore, l'ivoire constitue un des principaux objets du commerce du Centre de l'Afrique. Sous un faible volume, il représente, pour les caravanes, un produit de grande valeur. Or, c'est là la condition de toute exploitation, dans une région où le transport ne peut s'effectuer qu'à dos d'hommes : au Congo, par exemple, les marchandises ont, pour venir de l'intérieur à la côte, à supporter un fret susceptible de s'élever jusqu'à 2.000 francs la tonne ! De là surtout le prix si élevé de l'ivoire vendu en Europe et ce fait, très curieux, que, dans l'industrie qui l'emploie, les frais de la main-d'œuvre, même artistique, sont presque insignifiants en regard du capital engagé dans l'achat.

L'ivoire, cependant, en raison de sa structure, si différente de celle de la plupart des matières ouvrables, exige des procédés de travail très particuliers, une grande habileté de main et un outillage mécanique tout spécial. Cette dernière circonstance explique, comme nous le verrons, l'évolution que l'industrie de l'ivoire a subie en France depuis trente ans sous la double influence des Écoles d'Art de Paris et du perfectionnement des machines.

Nous nous proposons surtout, dans les pages qui vont suivre, d'indiquer le rôle des études scientifiques dans la série des spéculations qui, depuis la chasse en pays sauvages jusqu'au dernier polissage de la pièce œuvrée, aboutissent à la production d'objets en ivoire.

I. — Ivoires des Éléphants actuels.

Nous étudierons successivement la distribution géographique des Éléphants, la chasse faite à ces grands pachydermes, les pays où s'accumule leur ivoire et enfin les caravanes et les marchés indigènes dans l'intérieur des terres et sur les côtes.

§ 1. — Distribution géographique de l'Éléphant.

L'Éléphant d'Asie et l'Éléphant d'Afrique constituent deux espèces distinctes qui ont chacune sa répartition propre [1].

L'Éléphant d'Asie habite l'Inde, l'Indo-Chine, Ceylan ; il y est domestiqué ; on l'emploie aux travaux agricoles et industriels, aux transports et à la chasse aux fauves. Au Siam et au Cambodge, l'Éléphant sauvage est chassé.

L'Éléphant d'Afrique est sauvage. Son habitat se restreint chaque jour. On ne le trouve plus aujourd'hui que dans l'espace compris entre l'Océan Atlantique et l'Océan Indien, du 15e degré de latitude Nord au 20e degré de latitude Sud [2]. Cette région comprend (fig. 3, page 814) : les sources du Niger, où l'Éléphant semble isolé, l'Abyssinie, le Haut-Nil (Nil blanc, Nil bleu), toute la zone équatoriale de l'Afrique, l'arrière-pays des possessions portugaises (Angola et Mozambique), le Zambèze, et vient se terminer en pointe dans l'Afrique du Sud. L'Éléphant est particulièrement abondant sous l'Équateur, dans le bassin de la Sangha, de l'Oubanghi, du Congo, du Haut-Zambèze et dans la

[1] L'Eléphant de Sumatra serait, d'après Temmink, une espèce particulière.

[2] Il semble démontré (Armandi, *Histoire militaire des Eléphants*, 1803) que l'Eléphant africain existait à l'état sauvage dans le nord de l'Afrique lors de l'occupation romaine ; mais, pendant les quatre premiers siècles de notre ère, les empereurs romains en firent une telle consommation pour leurs jeux de cirque, qu'il disparut vite. A une époque un peu plus éloignée de nous, cet Eléphant vivait dans le Sud de l'Europe et dans les îles de la Méditerranée, surtout à Malte. M. le Professeur Gaudry, en effet, considère l'*Elephas meridionalis* comme l'ancêtre pliocène de l'*E. africanus*, et le type de transition serait fourni par l'*E. atlanticus* qui est quaternaire. Il a également disparu de l'Afrique du Sud ; il n'existe plus au Cap ; dans le bassin du Zambèze, où il abondait du temps de Livingstone, il diminue chaque jour. C'est ainsi que, sur le Chiré, il existe une grande plaine dite de l'*Eléphant marsh*, où Livingstone avait compté des troupeaux de 800 Eléphants et dans laquelle, dit M. Foa, aucun représentant de cette espèce n'a posé le pied depuis dix ans.

Partout l'Eléphant recule devant la marche envahissante de l'homme : ce n'est pas l'indigène qu'il craint, c'est plutôt la race blanche avec ses chasses et ses guerres, son commerce et son industrie. Il en est de lui comme des autres grandes espèces africaines : les progrès de la colonisation moderne font diminuer progressivement l'aire de dispersion des grandes espèces animales qui peuplaient jadis les vastes solitudes de l'Afrique et des Amériques, et qui bientôt, si l'on n'y prend garde, n'existeront plus qu'à l'état de souvenir historique.

Fig. 1. — *Dépôt des défenses d'Éléphants après les grandes chasses (chez un trafiquant anglais à Zanzibar).*

région des Lacs (Albert Nyanza, Victoria Nyanza et Tanganyika).

D'après M. le Dr Trouessart, l'espèce africaine et l'espèce asiatique évitent les régions trop humides, car, malgré l'épaisseur de sa peau (environ 4 centimètres), l'Eléphant craint les moustiques; s'il s'approche souvent des rivières et des lacs, c'est pour se baigner ou se doucher avec sa trompe. Il peut s'élever à une grande hauteur sur les montagnes : dans l'Inde, on l'a observé jusqu'à plus de 4.000 mètres d'altitude; en Afrique, Van der Decker en a vu des traces sur la neige à 3.300 mètres.

§ 2. — Chasse à l'Éléphant.

Avant que l'Eléphant fût chassé pour son ivoire, il était déjà recherché par les indigènes, tant pour sa chair abondante que pour sa graisse, fort appréciée comme friandise ou comme cosmétique. Jusqu'à l'ouverture du commerce du Nil blanc par l'expédition de Méhémet-Ali, les défenses n'étaient considérées que comme des os ordinaires et n'avaient par conséquent aucune valeur.

En général, dans le pays où le chasseur ne pénètre pas ou pénètre peu, l'Eléphant vit à demeure; dans les pays parcourus par les chasseurs, il voyage, car partout il y a danger pour lui. Les animaux en marche se disposent en file indienne, le chef de troupe en tête et la trompe levée; lorsqu'ils cherchent leur nourriture, ils s'avancent de front et décrivent des pistes parallèles.

S'ils se sentent en danger, ils ne se couchent pas; même fatigués, ils restent debout, appuyés contre un arbre, les défenses reposant sur les branches.

Doués d'un odorat merveilleux, ils peuvent sentir l'homme à de grandes distances; dès lors, ils s'enfuient.

De toutes les chasses, celle à l'Eléphant semble la plus dangereuse. La masse puissante de cet animal lui permet de se mouvoir en forêt comme en plaine; de sorte que, blessé, il charge le chasseur avec une rapidité incroyable, et devient aussi terrible qu'il était timide [1].

La vitesse ordinaire d'un troupeau d'Éléphants correspond au pas accéléré de l'homme; leur trot équivaut au galop du cheval; quant à la charge, c'est une locomotive lancée à toute vapeur.

La chasse à ces animaux diffère suivant qu'elle est faite par les indigènes ou les Européens.

1° *Chasse par les indigènes.* — Les indigènes chassent l'Éléphant avec des pièges ou avec des armes.

Au Congo et dans toute l'Afrique orientale, les nègres le capturent au piège; ils creusent, sur le chemin suivi par les animaux pour venir s'abreuver, des fosses en forme de tronc de cône renversé; ces fosses sont habilement dissimulées par des branches, herbes, feuilles mortes, de sorte qu'il faut l'œil exercé d'un indigène pour en reconnaître la présence. Lorsque l'Éléphant tombe dans un tel piège, ses pieds réunis dans le fond de l'entonnoir le condamnent à l'immobilité et les indigènes viennent le tuer à coups de sagaie. Souvent la panique se met dans le troupeau, et d'autres animaux tombent dans les pièges voisins. Aussi les vieux mâles ne s'avancent-ils vers les abreuvoirs qu'avec d'infinies précautions; les victimes de ces pièges sont surtout de jeunes étourdis trop pressés d'arriver.

Au Congo, les Mabendja et les Basokos utilisent un piège spécial : ils choisissent deux arbres situés de chaque côté d'un sentier d'Éléphants, puis, à cinq mètres du sol, ils les réunissent par une pièce de bois transversale portant un épieu en fer acéré et chargé d'un poids considérable. Cet épieu, maintenu en place par une sorte de cliquet, se détache et s'abat sur l'animal, lorsque celui-ci heurte du pied une liane préparée *ad hoc* sur sa route.

Souvent aussi les indigènes se servent de l'arme blanche. Au Congo, dans les plaines de l'Uelle, ils cernent l'Éléphant et lui jettent des lances et des sagaies, jusqu'à ce qu'il succombe. Les Okoas et les Babengas, ces nains chasseurs dont parlent les explorateurs de l'Afrique équatoriale, sont des plus adroits : ils suivent à la piste l'animal, et tâchent de le surprendre endormi pour lui crever les yeux ou l'atteindre aux endroits vulnérables.

Parfois les indigènes chassent à cheval; un chasseur se laisse poursuivre par l'Éléphant, tandis qu'un second poursuit l'animal; à un moment donné, ce dernier saute de sa monture et plonge une lance dans l'abdomen ou coupe le jarret.

Les armes à feu sont aussi utilisées par les indigènes; mais ceux-ci, peu adroits, criblent souvent l'animal de balles de fer en des endroits peu dangereux. Il n'est pas rare de trouver un certain nombre de balles de fer sous la peau de la bête. M. Peseneski en a tué une sous la peau de laquelle il a trouvé 111 balles.

Les usages veulent que, lorsqu'un chasseur noir tue un Éléphant, il donne au chef du territoire sur lequel l'animal a été tué, la défense qui touche à terre et une jambe. Aussi les indigènes, chef en tête, viennent toujours réclamer cette part de butin : *o dente da terra*, comme disent les Portugais.

[1] Les femelles surtout, qui sont souvent dépourvues de défenses, montrent une méchanceté proverbiale. « Chasseur, qui aperçois dans un troupeau une ou plusieurs de ces femelles, prends garde à toi : là est le danger; si elles sont en nombre, éloigne-toi à la hâte, aussi vite que tu le peux. » Le son de la voix humaine suffit, paraît-il, pour faire entrer ces femelles en fureur.

Dans l'Inde, les indigènes capturent souvent les Éléphants à l'aide de leurs frères domestiqués : c'est ainsi qu'une femelle privée, poussant le cri d'amour, peut attirer le mâle, qu'on capture ensuite. Avec la collaboration d'Éléphants domestiqués, on arrive à capturer des troupeaux entiers en les amenant habilement dans des enceintes bordées de pieux.

2° *Chasse par les Européens.* — L'Européen chasse au fusil. L'Éléphant d'Afrique a la tête construite de telle façon qu'il est presque impossible de tuer l'animal en le visant au front, car la balle passe au-dessus du cerveau quand elle ne se loge pas dans les os et les cartilages où sont implantées les défenses. Aussi vise-t-on plutôt au cœur; l'animal, ainsi frappé, meurt en quelques minutes.

Dès que la détonation se produit, l'Éléphant charge sur la fumée; aussi le chasseur doit-il faire un bond de côté et *sous le vent :* une seconde de retard peut lui coûter la vie.

L'animal tué, il faut enlever les défenses, opération assez délicate, car elle consiste à découper à la hache toute la partie de la mâchoire qu'enchâsse la dent; puis, lorsque celle-ci est détachée, on enlève la partie osseuse qui y adhère en ayant soin de respecter l'ivoire.

§ 3. — Protection de l'Éléphant.

Nous verrons plus loin que l'on peut estimer à environ 800 tonnes la quantité d'ivoire qui arrive chaque année sur les marchés européens.

Si l'on estime à 10 kilos le poids moyen d'une défense, ce chiffre représenterait 80.000 défenses, et par suite 40.000 Éléphants [1]. Ce serait donc à bref délai la disparition de cette espèce si l'on ne met un frein au massacre. Il y aurait pour cela trois moyens : la réglementation de la chasse, la réglementation de la vente de l'ivoire, et surtout la domestication de l'Éléphant africain.

1° *Réglementation de la chasse.* — Le roi Léopold a voulu réglementer la chasse dans l'État indépendant du Congo, mais ses agents ont été les premiers à ne tenir aucun compte de cet arrêté. En réalité, le roi des Belges, devenu le plus grand marchand d'ivoire, hésite à priver l'État du Congo d'un de ses plus gros revenus.

De même, les Anglais et les Allemands ont tenté d'établir, dans l'Afrique orientale, des zones de protection. Mais il paraît bien difficile de surveiller ces réserves.

2° *Réglementation de la vente de l'ivoire.* — Un explorateur français, M. Lionel Décle, a proposé, au Congrès de Géographie tenu à Londres en 1895, la conclusion d'une convention internationale d'après laquelle on n'admettrait sur les marchés européens que les défenses atteignant un certain poids. Ce vœu a été renouvelé par M. Bourdarie au Congrès colonial de Bruxelles en août 1897. De cette façon les jeunes animaux échapperaient au massacre et auraient le temps de se reproduire. Mais ce remède, assurément supérieur au précédent, serait encore insuffisant.

3° *Domestication de l'Éléphant africain.* — La domestication de l'Éléphant africain nous semble donc être le moyen le plus efficace pour empêcher la disparition de cette espèce. C'est cette voie que suivent les Allemands au Cameroun; c'est celle que M. Bourdarie [2] va suivre dans notre colonie du Congo.

Sous les auspices de la *Société d'Acclimatation*, M. Bourdarie a su grouper en un Comité de nombreuses personnalités scientifiques et coloniales entièrement dévouées à cette question ; et prochainement, utilisant la mission que lui a confiée le Ministère des Colonies, il ira établir au Congo français une ferme d'essai, dont nous attendons de bons résultats.

La domestication de l'Éléphant aurait un double avantage : elle conserverait cet animal et, par suite, l'ivoire, et, de plus, elle faciliterait la pénétration et l'exploitation du continent africain. La science et la colonisation y trouveraient chacune son compte.

§ 4. — Pays d'origine de l'ivoire d'Éléphant, Caravanes et Marchés indigènes.

Bombay exporte en Europe une quantité considérable d'ivoire d'Éléphant, mais la plus grande partie de cet ivoire provient de l'Afrique Orientale, en particulier de Zanzibar. L'ivoire de Siam est très rare sur le marché européen; il est surtout recherché par les Chinois et les Japonais pour leurs sculptures.

L'ivoire importé en Europe provient donc presque entièrement d'Afrique. Le poids total fourni

[1] Il est certain qu'un grand nombre de défenses proviennent de stocks africains représentant souvent plusieurs années de chasse : tel l'ivoire accumulé par Emin-Pacha dans le Haut-Nil. Mais il faut tenir compte, d'abord, de l'ivoire qui arrive directement dans les ports européens et américains sans passer par les ventes aux enchères; ensuite, il ne faut pas oublier que le chasseur est souvent obligé, pour avoir les défenses d'un Eléphant adulte, de tuer les jeunes qui l'accompagnent et qui le chargeraient. De sorte que le chiffre de 40.000 Eléphants tués chaque année ne semble pas exagéré.

[2] Bourdarie : La domestication de l'Eléphant d'Afrique, *Bull. de la Soc. nat. d'Acclim.*, 1896 et 1897.

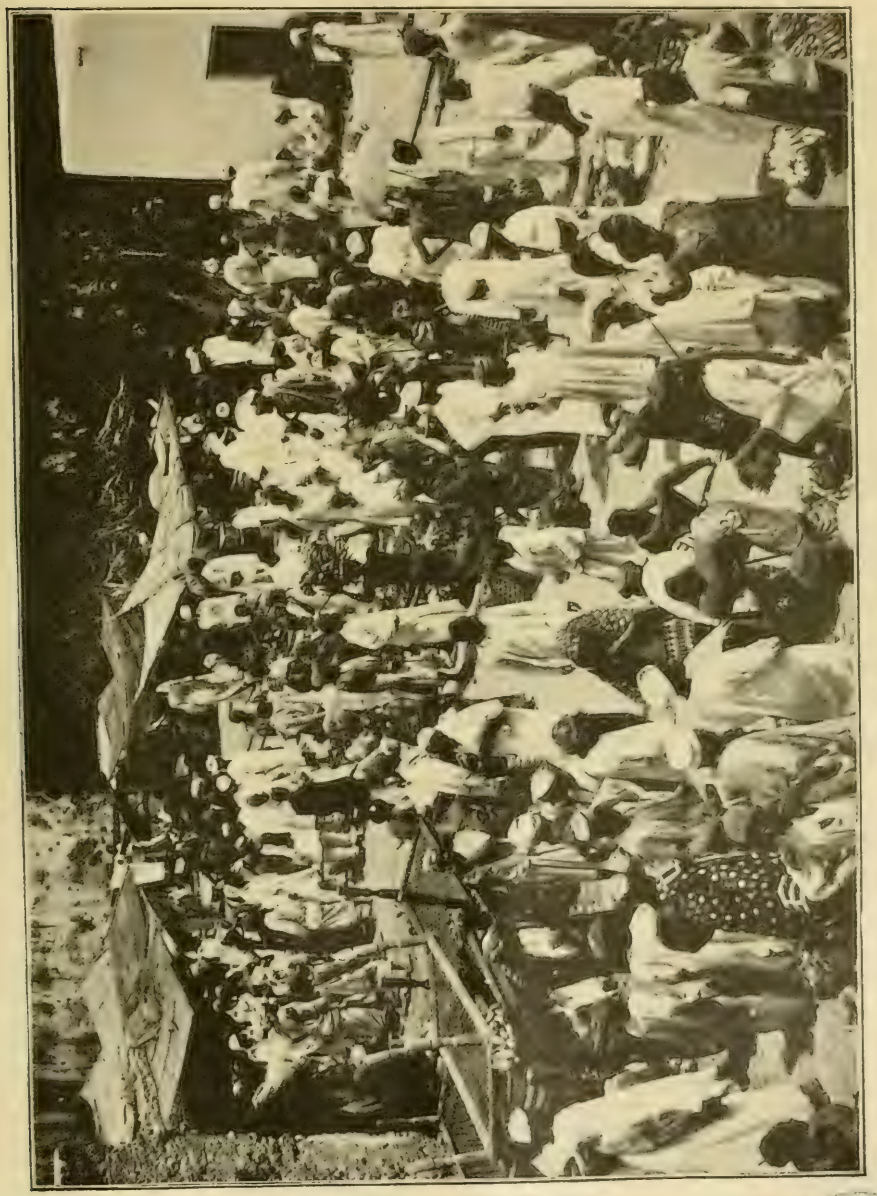


Fig. 2. — *Marché de l'ivoire à Zanzibar.*

MUSÉUM

par ce pays serait de 800.000 kilogrammes, se répartissant de la façon suivante :

Zanzibar.	200.000 kilos.
Mozambique.	100.000 —
Gabon, Cameroun, Lagos .	75.000 —
Niger	75.000 —

Fig. 3. — *Carte schématique pour suivre la description des origines et du trafic de l'ivoire en Afrique.*

Loanda, Benguela	100.000 kilos.
Cap	50.000 —
Egypte	150 000 —
Côte de la mer Rouge . . .	50.000 —
Total	800.000 kilos.

Les pays de production ne sont pas tous connus, car on découvre chaque jour, en pénétrant davantage dans le continent africain, de nouveaux ossuaires d'Éléphants. On peut grouper les pays d'origine en trois catégories : 1° ceux de l'Est africain; 2° ceux de l'Ouest; 3° l'Egypte et le Soudan Egyptien.

1° *Est africain.* — La plus grande partie de l'ivoire africain est exportée par *Zanzibar* et *Mozambique* : celui de Zanzibar provient de la région des Grands Lacs, des possessions anglaises et allemandes, et de l'État indépendant du Congo; celui de Mozambique vient du bassin du Zambèze (fig. 3).

D'après M. G.-F. Scott Elliot [1], les Éléphants abondent dans le Rouvenzori, dans l'Afrique orientale anglaise près du Congo belge; ce voyageur a pu voir une fois rassemblés une centaine d'Éléphants; plus souvent ces animaux marchent par petites troupes de 3 à 7. Ils abondent aussi dans le pays de Wanyema et sur le bord des rivières se jetant dans le lac Albert. Aussi, dit M. Scott, un service de bateaux sur le Victoria Nyanza permettrait de se procurer facilement l'ivoire de ces deux régions [2].

Les défenses d'Éléphants abondent tellement dans le pays du Gnoro (Lac Albert), qu'elles y forment, d'après S.-W. Baker, de véritables mines : l'ivoire n'est pas emmagasiné, il y est enterré. Baker trouva un jour une quantité d'ivoire qui nécessita 700 porteurs (environ 15.000 kilos).

Un peu plus vers l'est, l'Éléphant se rencontre moins. A l'est du lac Tanganyika, il n'en existe plus.

M. Scott doute qu'il y en ait encore dans la zone d'influence allemande, sauf vers le Kilima-Ndjaro. En somme, ces régions écoulent surtout le stock d'ivoire qui y était accumulé.

Les Arabes trafiquants d'ivoire ont établi leur centre d'opérations à Oudjiji, sur les bords du lac Tanganyika. De là, ces hommes à l'esprit commercial et aventureux rayonnent dans tout le centre de l'Afrique. Chaque Arabe est le chef d'une bande qui pille l'ivoire, qui s'empare des nègres pour les négocier plus loin.

Toutes les caravanes venant du Centre africain aboutissent à *Bagamoyo* (fig. 3), sur la côte, pour passer ensuite à Zanzibar, où viennent s'entasser toutes les richesses en ivoire. Bagamoyo, placé depuis 1890 sous le protectorat allemand, pourrait voir bientôt son commerce se déplacer, car le Parlement anglais vient d'approuver un projet de voie ferrée de Monbaza au lac Victoria.

A Zanzibar, le commerce est exercé par des Hindous, musulmans ou bouddhistes, placés sous le protectorat des Anglais. Ces marchands, dont certains passent pour millionnaires, revendent très cher l'ivoire qu'ils achètent à bon compte aux Arabes; ils avancent aux traitants arabes, moyennant de gros intérêts, les sommes nécessaires à leur trafic. Aussi, bien souvent, le trafiquant d'ivoire, en laissant accumuler à des taux usuraires les intérêts de ses emprunts, contracte des dettes qu'il lui est impossible d'acquitter.

Zanzibar est le marché le plus important de la côte orientale (fig. 1 et 2); et, comme on le rappelait dans cette *Revue* [1], les nègres expriment ce fait sous une forme pittoresque : « Quand on danse dans l'Afrique orientale, c'est qu'on joue de la flûte à Zanzibar. »

Tout l'ivoire accumulé à Zanzibar est envoyé à Bombay, pour être expédié ensuite à Londres. S'il ne prend pas directement la route de Londres, c'est que de nombreux bateaux relient Zanzibar à Bombay, alors qu'entre Zanzibar et Londres le service est moins actif. Les Allemands ont aujourd'hui des services réguliers et rapides entre Zanzibar et Hambourg.

Mozambique exporte une quantité d'ivoire assez considérable vers Lisbonne et Londres.

Le Cap, qui fournissait environ 50 tonnes d'ivoire, il y a une quinzaine d'années, n'en exporte plus, depuis 1894, que 1.000 kilos à peine.

En somme, le commerce de l'ivoire sur la côte orientale tend à péricliter. Nous allons voir que ce commerce subit un mouvement inverse sur la côte occidentale.

2° *Ouest africain.* — Les principaux pays de production de l'Ouest africain sont : la Guinée, Sierra-Leone, Niger et Bénoué, Cameroun, Congo, Angola (fig. 3).

Bien que l'Éléphant ait disparu de la Guinée et de la Côte d'Ivoire, il arrive encore, dans ces régions, un peu d'ivoire provenant du Soudan méridional et du Haut-Niger. C'est ainsi qu'à *Konakry* arrivent de nombreuses caravanes, venant du Fouta-Djalon et de la boucle du Niger; ces caravanes, chargées surtout de caoutchouc, d'or, d'ivoire et de gomme, préfèrent descendre à la côte, par un chemin commode et sûr, plutôt que de gagner le Sénégal ou la Côte d'Ivoire, à travers les peuplades belliqueuses du Soudan : d'où l'importance chaque jour plus grande de notre possession de Konakry.

Sierra-Leone exporte aussi de l'ivoire; il y a quelques mois, un vapeur anglais embarquait, dit-on, 1.500 paires de défenses, provenant des États de Samory et ayant servi à payer des armes et des munitions.

Les régions du *Niger*, de la *Bénoué* et du *Cameroun* (fig. 3), exportent beaucoup d'ivoire par *Lagos;* la plus grande partie vient de l'Adamaoua.

Au *Congo français*, l'Éléphant est encore abondant, surtout de Brazzaville à Liranga, à l'embouchure de l'Oubanghi; de même, de Liranga à Bangui et dans le Haut-Oubanghi. Dernièrement

[1] *Proceed. Zool. Soc. London*, 1895.

[2] C'est, du reste, dans ces parages qu'opérait, en ces dernières années, le négociant anglais Stokes avec des caravanes considérables. Quelque temps après sa pendaison, une première caravane de porteurs avait regagné l'Afrique allemande, ramenant la « femme noire » de l'ex-missionnaire, avec un chargement d'ivoire d'un million de francs, appartenant à son ancien chef. Une seconde caravane, plus importante encore, a suivi de près.

[1] H. Dehérain : Les Anglais à Zanzibar, *Revue gén. des Sciences*, 30 octobre 1896.

le Commissaire du Gouvernement français disait que l'ivoire allait s'accumulant dans les districts de Rafaï et de Bangassou, à tel point que les indigènes se plaignaient de ne plus trouver d'acheteurs. Au nord du Congo français, dans la Haute-Sangha, la région de la Mambéré (fig. 3) fournit la kola et l'ivoire qui approvisionnent les marchés de N'Gaoundéré (Adamaoua) et d'Yola (sur la Bénoué), où la *Royal Niger C°* a des pontons. Il serait important pour notre colonie du Congo de détourner ce commerce vers le sud et vers nos marchés de la côte congolaise. — Notre colonie du Congo a exporté en 1896, d'après le *Journal officiel du Congo français*, 9.161 francs d'ivoire pour la France et 85.897 francs pour l'Étranger; au total 95.058 fr.

L'*État indépendant du Congo* fournit une quantité considérable d'ivoire. Voici les quantités exportées pendant les six dernières années :

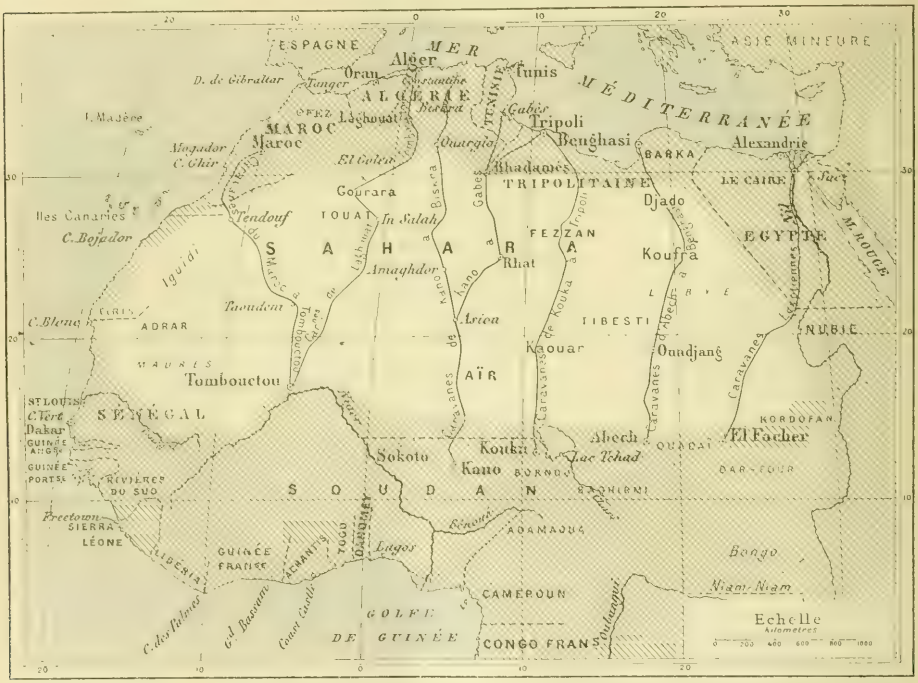
1890.	184.000 kilos.
1891.	172.000 —
1892.	204.000 —
1893.	311.000 —
1894.	232.000 —
1895.	340.000 —

Une partie de cet ivoire est exportée par Zanzibar. La plus grande partie est exportée pour Anvers, qui est devenu le plus grand marché d'ivoire européen.

L'ivoire d'*Angola* est aussi très apprécié; il est exporté par les ports d'Ambriz et de Benguela.

En résumé, les exportations de toute la côte occidentale d'Afrique ont été les suivantes, de 1890 à 1895 :

1890.	293.000 kilos.
1891.	274.000 —
1892.	321.000 —
1893.	330.000 kilos.
1894.	328.000 —
1895.	433.000 —



E. Michiels del

Fig. 4. — *Carte des caravanes trans-sahariennes qui font presque toutes le commerce de l'ivoire.*

3° *Égypte et Soudan Égyptien.* — Dans la partie du Soudan comprenant le *Bornou* et le *Haoussa*, l'Éléphant se fait rare; il est plus fréquent à l'est du Tchad. Les caravanes qui exploitent ces régions (fig. 4) partent de Kano et de Kouka, pour se diriger, à travers le désert, vers les salines de Bilma et Ghât et aboutir à Tripoli; d'autres caravanes, provenant de l'Ouadaï et du Baghirmi, prennent à peu près cette même route, arrivant à Tripoli par Mourzouk; d'autres enfin, venant du Soudan oriental et en

particulier du Darfour, arrivent à Benghasi. Ces caravanes, qui exportent surtout de l'or, de l'ivoire et de la gomme, partent généralement à l'automne, et leur voyage peut durer plusieurs années. Les caravaniers, parfois associés avec les négociants tripolitains, ne sont, le plus souvent, que les mandataires de ceux-ci, au bénéfice desquels ils hypothèquent leurs biens fonciers comme garantie.

Tripoli et *Benghasi* exportent en moyenne par année 50 à 60.000 kilos d'ivoire. Les Anglais par la Bénoué et le Niger, les Allemands par le Cameroun, et les Français par la Sangha et le Logone (fig. 3), s'efforcent de détourner le trafic soudanais, mais ils ont à lutter contre l'influence arabe, qui est considérable.

L'ivoire récolté au Soudan Égyptien et dans l'Afrique centrale (Niam-Niam et Dar-Fertit) (fig. 3) est exporté par le Nil, débouché naturel de ces régions. Depuis 1884, le Soudan Égyptien a échappé à la domination égyptienne, et, livré au régime de l'arbitraire par le Khalife Adullah, successeur du Mahdi, il n'attire plus les négociants égyptiens; aussi les relations commerciales, si actives jadis entre l'Égypte et le Soudan oriental, par la vallée du Nil, sont presque nulles aujourd'hui. L'exportation annuelle de l'ivoire s'est abaissée de 200.000 kilos à 40.000.

Il est intéressant de suivre l'évolution du commerce de l'ivoire dans ces régions : le commerce fut libre jusqu'en 1874, époque à laquelle le Gouvernement Égyptien eut le monopole de l'ivoire; il le conserva jusqu'à la révolte des Mahdistes en 1883.

D'après M. L. Vossion [1], ancien consul de France à Khartoum, voici comment se pratiquait le commerce libre de l'ivoire : A la saison des pluies (octobre), des compagnies se formaient pour la chasse aux Éléphants et l'achat des défenses aux nègres; elles emportaient des armes, des ballots de manufacture anglaise, des baguettes et anneaux de cuivre, de la verroterie de Venise, des alcools, etc. Malheureusement ces chasseurs d'Éléphants devenaient presque toujours des chasseurs d'esclaves; ils enlevaient de vive force les hommes et le bétail d'une tribu; puis ils revendaient ce bétail à une autre tribu contre de l'ivoire acquis ainsi à bon compte (20 vaches pour une grosse défense), sans compter les esclaves, dont ils trafiquaient directement.

Pour supprimer ces abus, le 18 Mars 1874, Gordon-Pacha décréta que le Gouvernement aurait le monopole de l'ivoire, que la navigation du Nil blanc et l'entrée dans les provinces équatoriales étaient défendues. Dès lors, le commerce périclita; et il est certain que ce décret n'a pas été étranger aux troubles financiers d'abord, politiques ensuite, qui ont ruiné ce pays. C'est ainsi qu'avant le décret, les quantités d'ivoire provenant chaque année des divers négociants établis sur le Nil blanc et le Bahr-el-Ghazal s'élevaient à environ 207.000 kilos, qui, au prix moyen de 20 francs le kilo, donnaient 4.140.000 francs. Et cet ivoire, fait important, était payé non pas en argent, mais entièrement en produits manufacturés (colliers de perles, verroterie, quincaillerie, draps, etc.). Tandis qu'après le décret, le monopole de l'ivoire existant, la quantité d'ivoire exportée fut à peine de 50.000 kilos, c'est-à-dire le quart de ce qu'elle était auparavant.

Pendant l'application de ce monopole, environ la moitié de l'ivoire était reçue en paiement de l'impôt, et le reste était acheté directement par les chefs des troupes au service du Gouvernement, soit aux tribus nègres du Bahr-el-Ghazal, soit aux tribus établies dans la vallée du Nil jusqu'aux lacs Albert et Victoria Nyanza. Cet ivoire était centralisé à Lado-Gondokoro (fig. 3), localité située sur le Haut-Nil et résidence de Gordon-Pacha, gouverneur général des provinces équatoriales.

A l'époque des hautes eaux du Nil (août et septembre), des vapeurs venaient charger l'ivoire à Gondokoro pour l'amener à Khartoum, qui est le marché général pour la vente et l'exportation. Là, l'ivoire était classé (fig. 5) en deux catégories suivant sa provenance : l'un, plus tendre, venant de l'Equateur; l'autre, plus dur, venant du Bahr-el-Ghazal. En moyenne, il y avait un tiers du premier pour deux tiers du second. L'ivoire était ensuite déposé dans des *chounas* ou magasins du Gouvernement; et là des experts subdivisaient les deux sortes d'ivoire en cinq classes suivant leurs qualités.

Le tableau I (page 819) résume une vente d'ivoire faite à Khartoum en Mai 1881.

Cette vente avait lieu aux enchères et par soumissions cachetées. Le prix moyen était d'environ 20 francs le kilo [1].

Au moment de la révolte du Mahdi, l'ivoire amassé dans les provinces équatoriales par Lupton-Bey et surtout par Emin-Pacha, passa entre les mains des Mahdistes, pour être éparpillé ensuite.

[1] L. Vossion : *Le Commerce de l'ivoire à Khartoum et au Soudan Egyptien*, 1892.

[1] L'ivoire était ensuite emballé dans des peaux de bœufs cousues solidement, et chaque colis, pesant environ 112 kil. 500, représentait la moitié de la charge d'un chameau. De Khartoum à Berber, le transport se faisait sur le Nil, par des barques jaugeant de 35 à 40 tonnes et coûtait envion 4 francs à 4 fr. 75 les 100 kilos. De Berber à Souakim, il était porté à dos de chameau, et le transport coûtait de 12 à 16 francs les 100 kilos. Enfin, à Souakim, les marchandises étaient embarquées pour Londres sur les navires de la *British India Company*.

Une faible quantité d'ivoire était dirigée vers Le Caire par la voie suivante : de Berber à Abou-Hamed, d'Abou-Hamed à Korosko à travers le désert de Nubie, de Korosko à la première cataracte du Nil, et enfin d'Assouan au Caire par barque.

Fig. 3. — *Triage des défenses d'Éléphant dans la région de Khartoum.*

Il semble qu'une certaine quantité de cet ivoire a été drainée par le Congo belge, ce qui expliquerait les énormes arrivages de ces dernières années sur le marché d'Anvers.

S'il est incontestable que le commerce de l'ivoire avait produit, dans le Soudan Egyptien, une recrudescence de la traite des noirs, il semble cependant qu'il serait possible, sans faire renaître ce regrettable trafic, d'ouvrir un débouché à l'activité de la population ; mais c'est là une question qui sortirait du cadre restreint de ce travail. Je voudrais cependant indiquer qu'il serait fort important pour le commerce français de faire dériver les produits des provinces équatoriales et du Haut-Nil vers notre port de Djibouti (fig. 6).

Tableau I. — Vente d'Ivoire à Khartoum en 1881.

PROVENANCES	QUALITÉS	NOMBRE DE DÉFENSES	POIDS (100 rotolis = 1 cantar = 45 kilos)	
			cantars	rotolis
Equateur	1. — Belles, blanches, sans défaut (35 à 200 rotolis)	540	319	27
	2. — Quelques défauts (15 à 35 rotolis)	484	113	99
	3. — Dents plus petites (7 à 15 rotolis)	1.191	84	82
	4. — Dents encore plus petites (1 à 7 rotolis)	1.340	14	75
	5. — Dents altérées par le soleil et l'humidité	191	90	33
Bahr-el-Ghazal	1. — Belles, blanches, sans défaut (35 à 200 rotolis)	458	252	80
	2. — Quelques défauts (15 à 35 rotolis)	406	82	»
	3. — Dents plus petites (7 à 15 rotolis)	580	42	3
	4. — Dents encore plus petites (1 à 7 rotolis)	868	7	47
	5. — Dents altérées par le soleil et l'humidité	229	74	27
	Totaux	6.287	1.081	73

E. Michiels

Fig. 6. — *Carte montrant les relations de l'Ethiopie méridionale et du Protectorat français d'Obok.* — Le trafic de l'ivoire dans ces régions pourrait être facilement détourné vers Djibouti.

Par sa situation, ce port est le débouché naturel de l'Ethiopie méridionale (Harrar, Choa) : déjà des caravanes partent quotidiennement de Djibouti pour le Harrar, qui est le point de transit de ces régions. Un chemin de fer va être construit entre Djibouti et Harrar.

C'est en développant l'importance de Djibouti que nous pourrons lutter contre les Italiens, qui dérivent le commerce du Nord de l'Ethiopie vers Massaouah, et contre les Anglais qui ont Zeïla et surtout Berbera en face d'Aden, points où se traitent d'importantes affaires d'ivoire.

II. — Ivoires de diverses origines.

D'autres animaux que l'Eléphant produisent de l'ivoire : tels sont le Mammouth, le Morse, l'Hippopotame, le Sanglier, le Cachalot, le Narval. Enfin un Palmier fournit l'*ivoire végétal*, qui a une certaine importance commerciale, et l'industrie fabrique des ivoires artificiels (simili-ivoire, celluloïd, etc.).

§ 1. — Ivoire de Mammouth.

Le Mammouth (*Elephas primigenius*) est un Eléphant contemporain des premiers hommes et dont il a été découvert, en 1799, un cadavre parfaitement conservé dans le sol gelé de la Sibérie, à l'embouchure de la Léna. Depuis, de nombreux cadavres furent trouvés intacts, parfois même recouverts de leur cuir et de leur toison. Les défenses du Mammouth étaient plus longues et plus contournées que celles des Eléphants actuels. L'ivoire provenant de cet animal complètement disparu est connu sous le nom d'*ivoire fossile*.

Certaines îles de la région arctique, en particulier dans l'archipel de la Nouvelle Sibérie (fig. 7), sont de véritables ossuaires de Mammouths. Nordenskiöld a vu, dans ces îles, des bancs de sable remplis d'os et de défenses de Mammouths. Chaque année, au printemps, des chercheurs d'ivoire, venant de la Sibérie septentrionale, se rendent, sur des traîneaux, dans ces îles du sud de l'archipel et reviennent, en automne, toujours chargés d'une riche

moisson; ils recueillent sur les bancs de sable cet ivoire, qui y est probablement rejeté par les tempêtes et les glaces flottantes d'automne. On trouve même, dans l'intérieur des îles, des collines entièrement couvertes de restes de Mammouths, de Rhinocéros, de Bisons, etc. A une exception près, Nordenskiöld n'a pas vu de traces de Mammouths sur la côte nord de la Sibérie.

Cet ivoire fossile est très utilisé en Russie; on fabrique à Tobolsk des figurines et différents objets avec cette matière. A cause des grandes dimensions de la défense, cet ivoire est parfois recherché pour certaines œuvres artistiques. A une époque assez reculée, le Mammouth fournissait presque la moitié de l'ivoire des marchés. Sa consommation ne dépasse guère aujourd'hui les régions septentrionales.

Spitzberg septentrional et oriental. Quelques navires de Mezen (Russie) et de Vardö (Norvège) vont également à la chasse de cet animal. Enfin, sur la côte nord de Russie, de la mer Blanche à la Petchora, les indigènes en capturent au printemps lorsque la mer est encore couverte de glace.

Dans ces régions, le Morse, autrefois très abondant, est en voie de disparition : il a été exterminé de la côte ouest du Spitzberg; on ne le trouve plus aujourd'hui que sur les côtes N. et E. au milieu des glaces.

En Russie, le principal marché pour l'ivoire de Morse est Solombola, faubourg d'Arkangelsk (fig. 7). On y fabrique des jeux d'échecs et des figurines.

Les produits de la chasse des Norvégiens sont, au contraire, exportés à Londres et à Hambourg. Il

Fig. 7. — *Carte schématique pour suivre la description des gisements d'ivoire fossile et de la chasse au Morse dans les régions polaires.*

§ 2. — Ivoire de Morse.

Le Morse est un Mammifère marin dont la mâchoire supérieure présente deux canines, qui peuvent atteindre 60 à 80 centimètres de longueur. Ces défenses servent à l'animal pour se hisser sur les bancs de glace ou pour arracher du sable certains Mollusques dont il se nourrit; elles sont d'abord creuses, puis elles deviennent massives et peuvent peser 8 à 10 kilos.

Les Morses, qui vivent par troupes nombreuses, sont chassés pour leur huile, leur peau et leur ivoire. A terre et sur la glace, l'animal a des mouvements lents : aussi il est facile de le tuer à coups de lance ou au fusil; en mer, il est harponné à l'aide d'embarcations semblables à celles qui servent à la pêche de la Baleine. Cette chasse est dangereuse, car le Morse blessé est secouru par ses compagnons qui se précipitent sur la barque et peuvent la faire chavirer.

Les principaux centres de production de cet ivoire sont Arkangelsk en Russie, Hammerfest et Tromsö en Norvège (fig. 7), San-Francisco en Amérique.

Les Russes vont poursuivre le Morse sur la côte ouest de la Nouvelle-Zemble (fig. 7); les Norvégiens vont autour de cette terre et dans les eaux du

arrive chaque année, sur le marché de Londres, environ 10.000 kilos de cet ivoire, qui est recherché pour la petite tabletterie et les manches de couteaux. Le prix de cet ivoire a augmenté dans les ports norvégiens; à Hammerfest, M. Ch. Rabot[1] a constaté que, de 1880 à 1890, le prix avait plus que doublé.

En Amérique, les baleinières de Peterhead vont capturer les Morses dans la mer de Baffin et le détroit de Davis; mais c'est surtout dans la mer de Behring et le Pacifique nord que vont opérer les Canadiens et les Américains. Le Morse qui vit au delà du détroit de Behring différerait de celui de l'Atlantique par ses défenses plus longues et plus minces, convergeant davantage l'une vers l'autre, et par son museau plus large et sa taille plus grande. Certains zoologistes en font même une espèce particulière. Voici quel est son habitat : vers l'ouest, la côte septentrionale de l'Asie jusqu'à l'embouchure de la Kolyma; sur la côte est quelques Morses s'égarent jusqu'au Kamschatka, mais c'est surtout aux îles Aléoutiennes et en particulier à l'île Pribyloff qu'ils sont abondants. Les baleiniers

[1] Je dois des remerciements à M. Ch. Rabot qui, avec sa compétence des choses arctiques, m'a fort obligeamment fourni ces renseignements.

ne les chassèrent pas d'abord; mais, les Cétacés se faisant rares, les Morses ne furent plus dédaignés et furent détruits en quantité si énorme qu'on peut en craindre la disparition rapide. De 1873 à 1877, San Francisco a reçu environ 80.000 kilos d'ivoire. On estime qu'en 1879, 30.000 à 40.000 Morses ont été tués dans ces parages. Il est certain que, si des mesures préservatrices ne sont pas prises, le Morse aura bientôt disparu du Pacifique.

§ 3. — Ivoire d'Hippopotame

L'Hippopotame a les incisives et les canines inférieures très développées; ces dernières peuvent atteindre un mètre chez le mâle et peser 6 à 7 kilos. Son ivoire était recherché pour faire des dentiers à cause de sa blancheur et de sa dureté, mais, depuis la vulcanisation du caoutchouc, il est complètement délaissé ; tandis qu'il valait jusqu'à 35 francs le kilo, il est vendu aujourd'hui 5 francs au maximum.

§ 4. — Ivoires de Sanglier, Phacochère, Cachalot et Narval.

Le Sanglier, et en particulier le Phacochère qui vit en Afrique, fournissent une faible quantité d'ivoire.

Le Cachalot fournit une certaine quantité d'ivoire, utilisé pour la petite tabletterie et les manches de couteaux, mais surtout en Angleterre. Cet animal n'a de dents qu'à la mâchoire inférieure, et celles-ci, qui sont assez développées, sont reçues dans des fossettes gingivales de la mâchoire supérieure.

Le Narval n'a qu'une défense, qui se rencontre du reste plus souvent dans les musées que dans l'industrie. Cette défense est une incisive de la mâchoire supérieure. Chez l'embryon[1] la mâchoire supérieure a quatre dents : les deux postérieures, qui sont rudimentaires, tombent bientôt, tandis que les deux autres se développent, surtout chez le mâle; c'est généralement l'incisive gauche qui s'accroît. Ce puissant développement a pour cause la persistance de la cavité pulpaire qui se continue jusqu'à l'extrémité de la défense, permettant ainsi l'arrivée des vaisseaux sanguins.

§ 5. — Ivoire végétal.

Souvent l'ivoire animal est remplacé dans le commerce par un ivoire d'origine végétale et qui est connu sous le nom de *corozzo*. C'est l'albumen de la graine d'un petit palmier de l'Amérique du Sud, le *Phytetephas macrocarpa;* les indigènes nomment souvent cette graine *cabeza di negro* (tête de nègre). Ces graines arrivent en quantité considérable en Angleterre et en Belgique, où de nombreuses usines les emploient, de même qu'en Allemagne et en France, pour la fabrication de petits objets. Prise à Anvers, la centaine de graines coûte environ 4 francs, et par suite le kilo d'ivoire végétal revient à peine à 10 francs.

Il n'est guère possible de distinguer l'ivoire véritable de l'ivoire végétal, autrement que par un procédé chimique : l'acide sulfurique produit au contact de l'ivoire végétal, au bout de 10 à 15 minutes, une coloration rose, qu'un lavage à l'eau fait disparaître; tandis qu'il n'y a aucune coloration avec l'ivoire animal.

§ 6. — Ivoires artificiels.

L'ivoire naturel étant une matière rare et par conséquent chère, l'industrie a fabriqué des ivoires artificiels. Parmi ceux-ci le plus répandu est le celluloïd. Un seul exemple fera comprendre l'importance de cette concurrence faite à l'ivoire animal : un Christ, qui se vendra 200 francs s'il est en ivoire, ne vaudra plus que 10 francs s'il est en celluloïd. Pour tout ce qui est objet de luxe, le celluloïd est cependant peu apprécié, malgré son bon marché, car il se déforme très rapidement.

III. — Trafic de l'ivoire en Europe. Les principaux marchés.

Les principaux marchés européens sont Londres, Liverpool et Anvers. D'importantes affaires d'ivoire se traitent à Hambourg, mais une grande partie a passé par le marché de Londres.

Les mercuriales publiées par les maisons Lewis et Peat, Hale et Son, de Londres, H. et G. Willaert, d'Anvers, Meyer, de Hambourg, nous ont permis de dresser le tableau II où sont représentées en kilos les quantités d'ivoire importées sur ces marchés[1].

Tableau II. — Importations de l'Ivoire à Londres, Liverpool et Anvers.

ANNÉES	1892	1893	1894	1895
	kilos	kilos	kilos	kilos
Londres	435.000	348.000	345.000	316.000
Liverpool . . .	60.000	69.000	60.000	57.000
Anvers.	119.000	224.000	264.500	362.000
Totaux . .	614.000	641.000	667.500	735.000

Ce tableau II montre que, depuis 1895, le marché d'Anvers a dépassé celui de Londres; il est donc devenu le plus important du monde.

[1] E. L. Bouvier : *Les Cétacés souffleurs*, 1889.

[1] Si l'on tient compte des ivoires importés en Europe sans passer par ces marchés, soit par des maisons de commerce qui achètent directement, soit par des voyageurs rapportant ainsi de précieux souvenirs qui se retrouvent chez les marchands d'ivoire comme les livres avec dédicace d'auteur

Marché de Londres. — Le tableau III indique en kilos les importations d'ivoire faites à Londres pendant les dix dernières années de 1887 à 1896, en même temps que les diverses provenances.

Tableau III. — Importations de l'ivoire à Londres.

ANNÉES	BOMBAY ET ZANZIBAR	ÉGYPTE	CAP	LISBONNE	OUEST AFRICAIN	DIVERS PAYS	TOTAL
	kilos	kilos	kilos	kilos	kilos	kilos	kilos
1887	138.000	42.000	8.000	9.000	101.000	19.000	317.000
1888	192.000	57.000	6.000	6.000	125.000	25.000	411.000
1889	133.000	56.000	3.000	6.000	139.000	24.000	361.000
1890	144.000	59 000	4.000	36.000	178.000	26.000	447.000
1891	147.000	58.000	3.000	9.000	192.000	37.000	446.000
1892	117.000	41.000	3.000	5.000	228.000	41.000	435.000
1893	97.000	47.000	2.000	10.000	164.000	28.000	348.000
1894	127.000	78.000	1.000	3.000	106.000	28.000	343.000
1895	88.000	48.000	1.000	30.000	111.000	38.000	316.000
1896	105.000	39.000	1.000	13.000	124.000	48.000	330.000
Moyenne des 10 dernières années	132.000	52.000	4.000	11.000	146.000	30.000	376.000

Les courbes 8 à 12, établies d'après les mercuriales de la maison Hale et Son, de Londres, montrent les variations de prix depuis 1870 pour les ivoires dur (fig. 8) et doux (fig. 10) de l'Inde, dur d'Egypte (fig. 9), de l'ouest africain (fig. 11), et pour les dents à billes de billard (fig. 12). Il est intéressant de noter que les variations de ces courbes coïncident, souvent, avec un événement colonial favorisant le trafic de l'ivoire dans certaines régions africaines, ou bien avec des modifications de tarif douanier ouvrant de nouveaux débouchés au commerce.

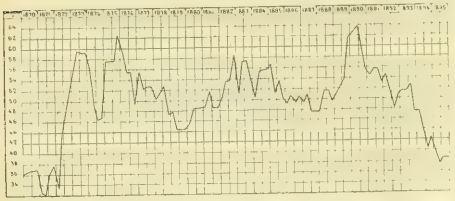


Fig. 8. — *Diagramme des prix de l'ivoire dur de l'Inde orientale depuis* 1870. (Les défenses ont pesé en moyenne de 50 à 70 livres anglaises.) — Les prix sont indiqués en livres sterling et se rapportent à un quintal de défenses (50 kil. 8).

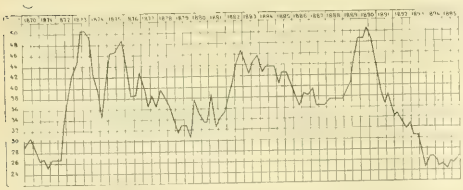


Fig. 9. — *Diagramme des prix de l'ivoire dur égyptien depuis* 1870. (Les défenses ont pesé en moyenne de 36 à 50 livres anglaises). — Les prix, portés en ordonnées, sont indiqués en livres sterling par quintal de 50 kil. 8.

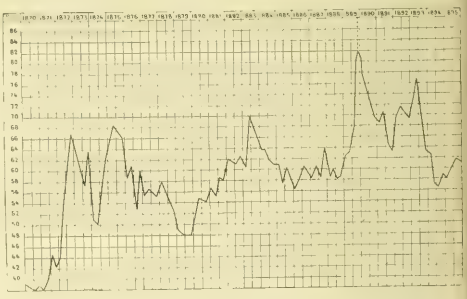


Fig. 10. — *Diagramme des prix de l'ivoire doux de l'Inde orientale depuis* 1870. (Les defenses ont pesé en moyenne de 50 à 70 livres anglaises.) — Les prix sont indiqués en livres sterling et se rapportent à un quintal de défenses.

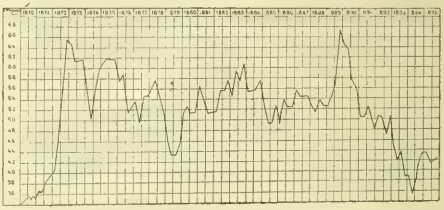


Fig. 11. — *Diagramme des prix de l'ivoire de bonne qualité de la côte occidentale d'Afrique.* (Les défenses ont pesé en moyenne de 50 à 70 livres anglaises.) — Le prix est indiqué en livres sterlings et se rapporte à un quintal de défenses.

se trouvent sur les quais, il faut augmenter ce chiffre de 50.000 kilos environ; ce qui donnerait, pour 1895, un total de 800 tonnes. D'après les mercuriales récentes, et aussi d'après des renseignements pris auprès de nombreux négociants en ivoire de divers centres, ce chiffre est plutôt inférieur à la réalité.

Voici, enfin, (tableau IV) des chiffres indiquant les importations et les exportations d'ivoire avec les quantités en stocks des entrepôts de Londres, de

Fig. 12. — *Diagramme des prix des billes de billard depuis* 1870. Les prix sont indiqués en livres sterling et se rapportent à un quintal de billes (50 kil. 8).

1892 à 1896. On voit par ces chiffres que les stocks s'écoulent, mais fort lentement. La plupart des

Tableau IV. — Mouvement de l'Ivoire au marché de Londres.

ANNÉES	IMPORTATIONS	EXPORTATIONS	STOCKS
	kilos	kilos	kilos
1892.	445.000	479.000	131.000
1893.	348.000	357.000	122.000
1894.	343.000	335.000	110.000
1895.	316.000	352.000	74.000
1896.	330.000	275.000	129.000
En moyenne.	356.400	357.600	113.200

exportations d'ivoire se font avec les Indes et les États-Unis. Mais c'est surtout aux Indes qu'est réexpédiée une quantité considérable d'ivoire provenant des *dents à bangles* (fig. 13). Ces défenses sont ainsi appelées parce que les *creux* servent aux Indiens pour faire des bracelets (en anglais *bangle*) et autres ornements.

Fig. 13. — *Dent à bangle.* — Le creux C, débité en morceaux cylindriques, sert à faire des bracelets pour les Indes; la partie pleine ABD est travaillée en Europe.

Chaque défense est coupée en deux : la pointe est vendue aux industriels européens, et le creux est expédié aux Indes, brut ou demi-brut, c'est-à-dire partagé en morceaux cylindriques par des sections transversales. Ces creux ne doivent pas dépasser une certaine dimension, qui est en rapport avec les dimensions des anneaux et des bracelets indigènes. Il est curieux de noter qu'une partie de cet ivoire d'Afrique, venu de Zanzibar à Londres en passant par Bombay, retourne ensuite aux Indes.

Marché d'Anvers. — Le tableau V indique les importations et les ventes d'ivoire faites sur le marché d'Anvers de 1888 à 1896. De 1888 à 1894 la quantité vendue a été égale à la quantité importée; mais à partir de 1894 l'importation subit une forte hausse. Les quantités en stocks vont en augmentant, car les importateurs anversois ont soin, afin

Tableau V. — L'Ivoire au marché d'Anvers.

ANNÉES	IMPORTATIONS	TOTAL DES VENTES	STOCKS
	kilos	kilos	kilos
1888.	6.400	6.400	»
1889.	46.600	46.600	20.000
1890.	77.500	77.500	18.000
1891.	59.500	59.500	21.000
1892.	118.000	118.000	34.500
1893.	224.000	224.000	41.000
1894.	264.500	186.000	98.500
1895.	362.000	274.500	166.000
1896.	200.000	265.700	100.300

de régulariser le marché, de ne mettre en vente qu'une quantité d'ivoire ne dépassant pas 70.000 kilos pour chaque vente; c'est la quantité considérée comme suffisante pour la consommation trimestrielle.

Le tableau VI indique la moyenne des prix pendant la même période de 1888 à 1896 et aussi le

Tableau VI. — Prix et poids moyens des défenses.

ANNÉES	PRIX du kilo	POIDS moyen	ANNÉES	PRIX du kilo	POIDS moyen
1888. . . .	24f »	9k400	1893. . . .	16f »	8k800
1889. . . .	28,24	12,500	1894. . . .	15,05	7,300
1890. . . .	25,51	10,900	1895. . . .	16,40	8,800
1891. . . .	20,02	9,200	1896. . . .	15,82	6,400
1892. . . .	18,43	8,300			

poids moyen des défenses. La moyenne des prix a baissé depuis 1888 en raison de l'augmentation de la production[1].

En 1895, le détail des importations d'ivoire notées

[1] Il est intéressant de rapprocher du mouvement ascensionnel du marché de l'ivoire à Anvers, celui du marché du caoutchouc provenant de l'exploitation du Congo belge : la quantité de caoutchouc est passée de 30.050 kilos en 1887, à 576.517 en 1895 et à 1.106.375 kilos en 1897; et ce mouvement ne semble pas devoir s'arrêter.

à l'arrivée de chaque bateau à Anvers a été le suivant[1] :

État indépendant du Congo	206.846	kilos.
Société du Haut-Congo	74.736	—
Société anversoise du commerce du Congo.	21.920	—
Anglo-Belgian Rubber and Expl. Cº.	3.663	—
De Brown, de Liège	1.150	—

L'industrie française de l'ivoire achète sur les marchés de Londres, Liverpool, Anvers et Hambourg, selon ses besoins. Pour ne citer qu'un exemple, l'industrie du peigne, qui a besoin de grosses défenses, trouvera plutôt celles-ci à Londres et à Hambourg qu'à Anvers, où les petites défenses abondent.

Quelques maisons françaises achètent directement au Gabon. D'autres achètent, dans nos ports du Havre, de Bordeaux et de Marseille, les ivoires qui y arrivent. C'est ainsi qu'il est arrivé, dans ces derniers temps, à Bordeaux, des ivoires, d'assez mauvaise qualité du reste, provenant du Sénégal. Mais il faut reconnaître que la plus grande partie de l'ivoire importée en France provient des ventes aux enchères du marché de Londres.

IV. — Industrie de l'ivoire.

Il est nécessaire de considérer tout d'abord la structure de l'ivoire, afin de bien comprendre la raison des procédés employés pour le transformer. Après en avoir dit quelques mots, nous étudierons avec plus de détails l'industrie même qui utilise le produit naturel.

§ 1. — Structure de l'ivoire ; ses qualités industrielles ; ses défauts.

1. *Structure de l'ivoire.* — Chez les Mammifères, l'*ivoire* ou *dentine* forme presque en totalité la dent, dont la racine est recouverte de *cément*, et la couronne d'*émail*.

Les défenses de l'Éléphant proviennent du développement considérable des incisives. A l'origine, ces défenses ont leur sommet recouvert d'émail ; mais celui-ci s'use vite, et la dent ne se compose plus que d'ivoire recouvert d'une mince couche de cément. Sur une coupe transversale de la dent, l'ivoire se reconnaît aux lignes courbes croisées qui résultent des ondulations des canalicules (fig. 14 : il est plus dur et d'un grain plus serré que l'os, et il est susceptible de recevoir un beau poli.

Ces incisives sont à croissance continue, comme chez les Rongeurs ; aussi, tandis que chez l'Éléphant sauvage l'usure compense la croissance de ces dents, chez l'Éléphant domestiqué, les dents ne s'usent plus et atteignent une très grande longueur. Les défenses sont généralement courbées en dehors et en haut ; mais leur forme générale est suffisamment variable pour que les marchands d'ivoire puissent reconnaître le lieu d'origine d'une défense par sa forme, sa courbure et son *facies* général[1].

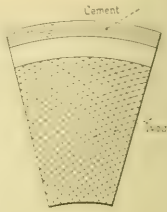


Fig. 14. — *Section transversale d'une défense montrant le croisement des lignes courbes de l'ivoire.*

Certaines défenses peuvent atteindre 2 mètres de longueur ; leur poids est très variable, il peut aller de 5 kilos jusqu'à 50 et même 70 kilos.

Les défenses d'un même animal sont rarement semblables : de même que l'homme, en effet, se sert de préférence de la main droite, l'Éléphant a sa défense favorite, que les trafiquants appellent le *serviteur ;* or, cette défense plus utilisée que l'autre pèse généralement moins. Dans son exploration du Haut-Nil, S.-W. Baker a fait un grand nombre de pesées et il a souvent trouvé 4 kil. 500 de moins pour cette défense. De même M. Foa, dans le bassin du Zambèze. Enfin cette défense est souvent fracturée, car l'animal s'en sert pour déraciner les arbustes dont il se nourrit.

Les femelles ont les défenses beaucoup plus minces ; elles peuvent même en être dépourvues. D'après les nombreux chiffres relevés par S.-W. Baker sur le Haut-Nil, le poids moyen d'une défense est de 23 kilos pour le mâle et 5 kilos pour la femelle.

Voici quelques chiffres dus à M. Foa et qui concordent avec les précédents :

Défenses du mâle. . . .	22k700 et	23k850.
— de la femelle .	6,700 et	6,850.

Ces défenses sont enracinées dans l'alvéole à une profondeur d'au moins 60 centimètres ; de plus, leur poids étant considérable, elles sont fixées solidement à l'aide de faisceaux du ligament alvéodentaire, qui pénètrent profondément dans le cément sous forme de fibres de Sharpey. Il est évident que, pour supporter un tel poids, un crâne énorme est nécessaire, surtout pour offrir un point de résistance solide, lorsque la défense fonctionne comme un levier pour déraciner les arbres.

[1] Cet ivoire vient en grande partie du Congo belge ; 2.000 kilos seulement ont été importés des pays riverains du Niger. Il faut remarquer, cependant, que cette région est un pays de transit, vers lequel on a drainé beaucoup de l'ivoire accumulé par Emin-Pacha et éparpillé ensuite par les Mahdistes.

[1] On peut voir au Musée d'histoire naturelle de la ville de Paris, une défense dont la courbure est tellement accusée qu'elle pourrait être prise pour une incisive de Mammouth.

2. *Qualités industrielles.* — Sur une coupe longitudinale d'une défense (fig. 15), on distingue trois parties : 1° l'*épiderme* ou *croûte*, que le fabricant enlève; 2° le *cœur*, qui peut causer une certaine perte à l'acheteur lorsqu'il est trop développé; 3° le *creux*, qui a la forme d'un entonnoir et qui diminue évidemment la valeur de la défense. Les défenses les plus recherchées sont celles dites à *bangles*, qui sont rondes, saines et lisses, et dont les creux sont exportés aux Indes pour fabriquer les bracelets portés par les indigènes aux bras et aux chevilles.

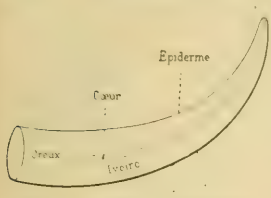


Fig. 15. — *Section longitudinale d'une défense.*

Les *dents à billes* sont aussi fort estimées ; leur diamètre se maintient sur la plus grande partie de la longueur, permettant ainsi de tourner une bille de billard presque avec l'extrémité.

En général, plus le grain de l'ivoire est serré et fin, plus l'ivoire est apprécié. Cette qualité varie avec les régions : c'est ainsi que dans les parties basses des rivières le grain est toujours plus fin que dans les parties hautes ; ce qui nous explique pourquoi l'ivoire du Haut-Congo est peu recherché.

Les différentes variétés d'ivoire connues dans le commerce sont l'ivoire *blanc*, *vert*, *vert-blanc*, *doux* et *dur*.

L'*ivoire blanc* vient surtout de Bombay et de Zanzibar. L'ivoire blanc de Siam, devenu très rare sur le marché européen, est surtout utilisé par les Chinois et les Japonais pour leurs sculptures; il est, du reste, trop tendre pour être recherché par la plupart de nos industries. L'ivoire blanc de Zanzibar est très apprécié par les industries du peigne et de la bille, car il *joue* peu, c'est-à-dire que les variations de température ont peu d'effet sur lui. Il est bon de noter que certains ivoires, venant de l'Afrique centrale et exportés par les Allemands, passent par Zanzibar pour en avoir la frappe, mais n'ont pas les mêmes qualités que ceux de l'Est africain.

L'*ivoire vert*, ainsi nommé à cause et de sa transparence et de son reflet, vient de l'Ouest africain. Une variété, le *vert-blanc*, a une transparence un peu moindre. L'ivoire vert du Gabon est recherché par la plupart des industries, car il est environ de 30 °/₀ meilleur marché que l'ivoire de l'Inde et de l'Est africain.

Les expressions d'ivoire *doux* et d'ivoire *dur* sont à peu près synonymes d'ivoire *blanc* et d'ivoire *vert*. La différence entre ces deux ivoires paraît tenir à l'âge de l'Eléphant : il est doux ou dur, suivant qu'il provient d'un animal âgé ou jeune.

Quelques variétés d'ivoire, comme l'*Egypte doux*, sont assez recherchées, encore qu'elles soient cassantes.

3. *Défauts de l'ivoire.* — Les défenses présentent souvent des gerçures et des fentes, graves défauts au point de vue commercial. Ces crevasses sont causées par le manque de soins des indigènes qui laissent les défenses exposées à des alternatives d'humidité et de fortes chaleurs.

A la suite d'une anomalie de nutrition, certaines défenses peuvent subir un arrêt de développement qui les rend inutilisables pour l'industrie; elles sont alors de taille peu considérable, elles se terminent en massue et ont à leur surface des productions pathologiques plus ou moins saillantes.

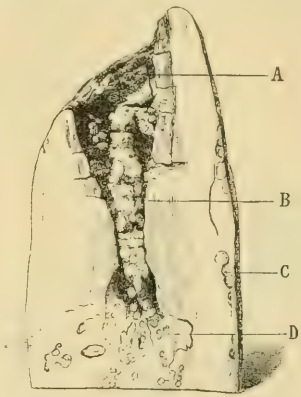


Fig. 16. — *Coupe de l'extrémité d'une défense montrant les lésions consécutives à un abcès de la cavité pulpaire.* — A, cavité formant l'extrémité de la défense; B, colonnette formée par de la dentine secondaire dont quelques glomérules sont fixés sur la paroi même de la cavité pulpaire; C, glomérules de dentine secondaire (*vulgo, fèves*) développées dans l'ivoire; D, dentine pathologique renfermant de nombreuses fèves de dentine secondaire et ayant isolé la cavité de l'abcès.

Enfin, il existe souvent, à l'intérieur des défenses, des formations pathologiques qui sont la cause d'une dépréciation parfois absolue. Ces lésions, qui ont été bien étudiées par M. le Dr V. Galippe [1], se présentent sous forme de cavités ou de dentine secondaire (fig. 16). Sous l'influence d'une blessure, la pulpe peut subir une inflammation; il se forme alors des exostoses, comparées à des stalactites et appelées *chandelles* par les débiteurs

[1] V. Galippe : Recherches d'anatomie normale et pathologique sur l'appareil dentaire de l'Eléphant. *Journ. de l'Anat. et de la Phys. norm. et pathol.*, 1891.

d'ivoire français (fig. 17). Les galeries d'Anatomie comparée du Muséum d'Histoire naturelle de Paris possèdent une belle collection de ces formations qui, d'après leur structure, peuvent être considérées comme des expansions du cément. On trouve aussi, au milieu de l'ivoire, des sortes de nodules formés de dentine secondaire et que les débiteurs connaissent sous le nom de *fèves*. Ces altérations sont probablement dues à une cause microbienne, mais c'est là une question qui ne pourra être élucidée que par l'étude des défenses malades et récemment prises sur l'animal.

Les projectiles peuvent causer des lésions qui varient suivant la nature du projectile et aussi suivant que la pulpe est atteinte ou non. En raison de la chasse active dirigée contre l'Eléphant, la variété des projectiles est grande : balles de plomb, d'acier, fers de lances, pointes de flèches, etc. Plusieurs cas peuvent se présenter :

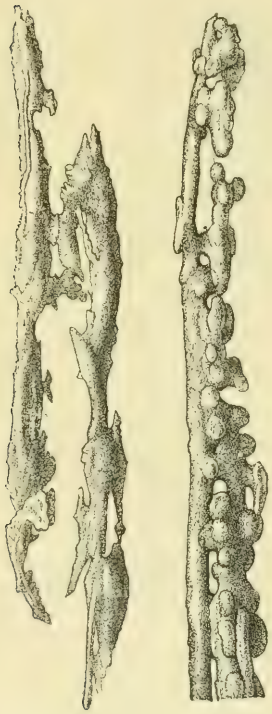


Fig. 17. — *Productions pathologiques d'aspect stalactiforme qui se sont formées dans la chambre pulpaire à la suite d'une lésion.*

1° Le projectile peut traverser l'ivoire, puis la cavité pulpaire, et venir se loger dans l'ivoire du côté opposé; il se forme alors, pour fermer la porte d'entrée, un tissu cicatriciel de nature cémento-dentinaire et contenant des fragments d'ivoire normal que la balle a fait éclater au passage; la balle est aussi entourée d'un tissu cémento-dentinaire; dans le voisinage et plus bas, des fèves se développent altérant profondément l'ivoire (fig. 19);

2° L'orifice d'entrée peut rester béant et favoriser l'infection de la pulpe; la cavité pulpaire peut être alors complètement oblitérée par les formations pathologiques;

3° La balle s'arrête dans la dentine et, extérieurement, son entrée n'est marquée que par une légère déformation qui peut échapper à l'observation (fig. 18); aussi il arrive que les débiteurs d'ivoire rencontrent sous leur scie la balle, dont le trajet est marqué, sur une section, par une sorte de sillon laissé en arrière.

Fig. 18. — *Balle arrêtée dans la dentine et n'ayant pas pénétré dans la cavité pulpaire.* — Les lésions sont beaucoup moindres.

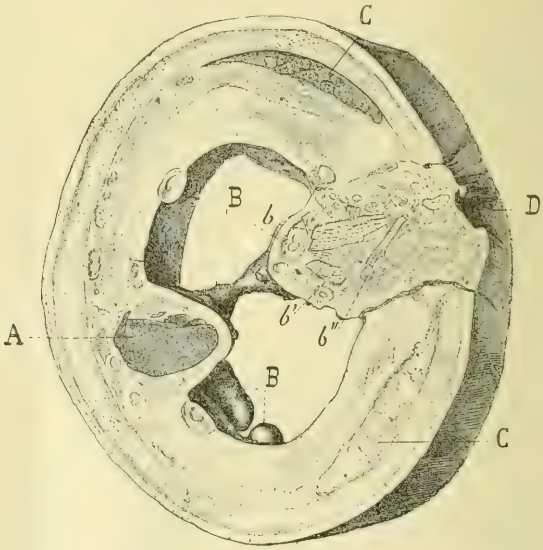


Fig. 19. — *Coupe d'une défense montrant les lésions causées par une balle.* — A, balle entrée en D et s'étant logée dans la paroi opposée de la cavité pulpaire; *b*, *b'*, *b''*, fragments d'ivoire normal qui sont restés dans le tissu cicatriciel formé après le passage de la balle; B, B, sécrétions pathologiques tapissant la paroi de la cavité pulpaire; C, C, altérations ultérieures de l'ivoire normal.

Une balle, pénétrant à la base de la défense d'un jeune Eléphant, peut, étant donnée la croissance continue de la dent, être entraînée vers la pointe

et finalement être rejetée (fig. 20). Ces défenses sont rarement fracturées, car elles sont d'une force considérable ; on cite cependant le cas d'une femelle ayant cassé d'un coup de trompe la défense d'un autre animal!

§ 2. — Historique du travail de l'ivoire.

Dès la plus lointaine antiquité, les hommes ont utilisé l'ivoire pour orner leurs maisons et leurs temples, ou pour sculpter les images de leurs dieux. Au dernier Congrès des Sociétés savantes, M. Piette présentait une statuette en ivoire trouvée au milieu des ossements de Mammouths et par conséquent d'origine préhistorique.

Les Hébreux en décoraient leurs meubles et les murs de leurs palais; Salomon, avec de l'ivoire d'Afrique, se fit construire un trône incrusté d'or. On peut, du reste, voir, aux musées assyrien et égypytien du Louvre, de nombreux objets en ivoire (manches de poignards, peignes, etc.), notamment des plaques sur lesquelles on écrivait.

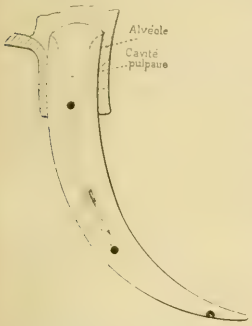


Fig. 20. — *Schéma de la coupe longitudinale d'une défense montrant le trajet suivi par une balle au fur et à mesure de la croissance de la dent (d'après R. Ouen).*

Les Grecs apprirent des Phéniciens l'art de travailler l'ivoire. Dans leurs sculptures, ils réunissaient l'or et l'ivoire : celui-ci servait à représenter les parties nues du corps, et l'or était employé pour les vêtements. Les plus anciennes de ces statues d'ivoire furent celles des artistes crétois établis à Sicyone et faites pour les temples de Dioscures à Argos. Jusqu'à l'époque de Phidias, aucune sculpture ne dépassait la stature humaine, mais, sous l'influence de ce sculpteur, il se fit des œuvres colossales : lui-même exécuta la Minerve du Parthénon (12 mètres) et le Jupiter d'Olympie (19 mètres); sur l'épaisseur des semelles des bas-reliefs étaient sculptés. Les dimensions de ces statues indiquent une abondance extraordinaire de défenses d'Eléphants, provenant des relations avec les Perses et les Egyptiens.

A Rome, l'ivoire fut aussi très utilisé; le commerce de ce produit y fut même très important[1]. L'art byzantin fit un emploi d'ivoire considérable. Pour ne citer qu'un exemple, l'église Sainte-Sophie, à Constantinople, a 365 portes décorées de bas-reliefs en ivoire.

En France, sous Charlemagne, on fit non seulement des bas-reliefs, mais des statuettes et des instruments du culte (calices, reliquaires, bénitiers, etc.). Aux XIe et XIIe siècles, l'ivoire d'Eléphant devint rare et l'on utilisa les défenses de Morses ; aux XIIIe et XIVe siècles, les sculpteurs français et italiens exécutèrent de nombreuses figures en ronde bosse ; au XVe siècle furent sculptés les grands retables en ivoire qu'on peut voir au Musée de Cluny. Après un temps d'arrêt, l'*ivoirerie* reprit, au XVIe siècle, son activité; certains crucifix en ivoire sont attribués à Michel-Ange, et d'autres sculptures, sur la même matière, passent pour être de Benvenuto Cellini ; c'est du XVIIe siècle que date le célèbre bas-relief de *Saint Léon venant au-devant d'Attila*, tant admiré à Saint-Pierre de Rome. Mais c'est surtout en Flandre et en Allemagne que la sculpture sur ivoire se développa.

§ 3. — Principales industries de l'ivoire et technique industrielle.

La plupart des industriels qui utilisent l'ivoire font débiter les défenses par des ouvriers spécialistes. L'industriel donne au débiteur d'ivoire des indications qui varient avec l'emploi auquel chaque défense est destinée. Ces débiteurs ne font que scier l'ivoire; ils sont assez nombreux à Paris et gagnent de 6 à 7 francs par jour.

Le sciage de l'ivoire produit une poudre utilisée comme engrais dans les mêmes conditions que la poudre d'os, avec laquelle elle a, du reste, la plus grande analogie de composition.

En général, le travail de l'ivoire n'exige pas un matériel considérable comme volume, mais un matériel bien ajusté est nécessaire pour le débitage, qui doit se faire avec beaucoup de précision, étant donné le prix élevé de la matière première.

Les principales industries utilisant l'ivoire fabriquent la bille de billard, la touche de piano, le peigne, le manche de couteau, la brosserie, la tabletterie, le manche de parapluie, et enfin la sculpture, que nous classerons à part.

1. *La bille de billard.* — L'ivoire le plus apprécié pour cette fabrication est l'ivoire blanc, l'ivoire de l'Inde; il est, en effet, plus léger, plus élastique et sert surtout pour fabriquer les jeux dits de *professeur*. Cependant l'ivoire d'Afrique, quoique plus lourd et moins élastique, est plus utilisé parce qu'il est à meilleur marché (environ 30 %). De

[1] Pour l'employer, les Anciens l'amollissaient, mais on ne sait pas par quel procédé. La racine de mandragore passait pour avoir cette propriété de ramollir l'ivoire ; d'autre part, selon Plutarque, il suffisait, pour obtenir ce résultat, de placer l'ivoire dans de l'orge fermentée que l'on faisait bouillir. On ne sait rien de ces procédés aujourd'hui.

sorte qu'un bon jeu de billes ordinaire vaut environ 90 francs, alors qu'un jeu de professeur vaut environ 140 fr.

L'ivoire de Siam est trop tendre pour la bille; pour employer le langage courant, il *joue* trop, c'est-à-dire qu'il est trop sensible aux variations de température. A la suite d'une élévation de température, l'ivoire s'allonge dans le sens du *cœur*, lequel est considéré comme indiquant l'axe de la bille, de sorte que la bille sphérique devient ovoïde; par abaissement de température, au contraire, la bille s'aplatit. On comprend facilement l'importance qu'attache à cette variation de forme l'amateur de billard qui tient à la précision et à la régularité de son jeu.

Le matériel utilisé pour la fabrication de la bille est assez sommaire; il comprend une scie à débiter les blocs d'ivoire dans la défense, et une machine à ébaucher, qui sert aussi à finir la bille. Le bloc d'ivoire est d'abord bien centré sur le tour, lequel est commandé par un moteur à vapeur; puis, au moyen d'un burin recourbé, habilement forgé par l'ouvrier, celui-ci façonne la bille. Un courant d'eau, amené par un tube, est dirigé sur la bille pour enlever les copeaux d'ivoire et empêcher la matière de s'échauffer. La bille s'isole alors au milieu du bloc d'ivoire, dont les deux moitiés l'emboîtent (fig. 21). La bille est ensuite finie, polie sur le tour avec du papier de verre d'abord, puis du blanc d'Espagne et de l'eau; on l'essuie ensuite avec des copeaux d'ivoire, puis le polissage est achevé avec du suif et un tampon d'étoffe. Cinq minutes suffisent pour transformer un morceau d'ivoire en une bille prête à être livrée au commerce. Un ouvrier habile peut ébaucher soixante blocs par jour et finir cent billes; il gagne de 7 à 10 francs par journée de dix heures. Chaque ouvrier fabrique ses propres outils, et la difficulté réside plus dans cette confection que dans le maniement de l'outil[1].

Fig. 21. — *Fabrication de la bille.*

Il y a à peine vingt ans, tous les ouvriers en bille savaient ébaucher et finir à la main; aujourd'hui, il reste à peine quelques hommes sachant se passer de mécanique et dont l'habileté est utilisée pour remettre à neuf des billes usées, car la machine, dans ce cas, pourrait faire éclater l'ivoire. Les billes qu'un long usage a rendues irréparables, sont utilisées pour fabriquer de menus objets de tabletterie, tels que des ronds de serviette, des boîtes à poudre de riz, etc.

L'introduction des machines à l'étranger a fait un tort considérable à l'industrie française en permettant aux étrangers de fabriquer, mal d'abord, puis aussi bien, les billes de billard, qu'ils avaient l'habitude d'acheter en France et que l'Allemagne leur fournit aujourd'hui.

On fabrique aussi des billes avec du bois ou du caoutchouc, ou quelque autre composition, qu'on recouvre de plusieurs couches de peinture simulant l'ivoire.

L'industrie de la bille emploie environ 50 ouvriers et son chiffre de production s'élève à environ 600.000 francs.

2. *La touche de piano.* — Cette industrie achète de préférence à Londres des dents et des creux d'ivoire doux et mat du Gabon, de Zanzibar et des Indes.

Les touches sont débitées par des fraises avec roues diviseurs, actionnées par la vapeur et alimentées par l'eau pour faciliter le débit et empêcher l'ivoire de s'échauffer.

Un ouvrier peut débiter environ 10 jeux de touches par jour. Cette industrie emploie environ 70 ouvriers à Paris, 50 à Londres et 100 en Allemagne; elle produit, en France, 30.000 jeux par an, dont 10.000 pour l'exportation; ce qui, à 24 francs le jeu en moyenne, représente un chiffre annuel de 720.000 francs.

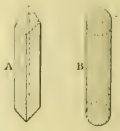


Fig. 22. — *Comparaison des formes données aux dents par les anciens procédés de finissage à la main* (A) *et le nouveau procédé de finissage à la mécanique* (B).

3. *Le peigne.* — L'ivoire blanc est particulièrement propice à la fabrication du peigne, mais son prix très élevé l'a fait presque abandonner. On ne trouverait plus guère qu'une maison française l'employant. C'est surtout l'ivoire de l'Ouest Africain qui est utilisé; bien que plus sec, il se déjette davantage et rend la dent du peigne plus cassante.

De nouveaux procédés mécaniques ont permis de mieux finir les dents et de leur donner une forme plus régulière et plus avantageuse (fig. 22).

En France, cette industrie du peigne d'ivoire occupe environ 100 ouvriers et son chiffre de production s'élève à environ 600.000 francs.

4. *Le manche de couteau.* — L'industrie du manche de couteau consomme une grande quantité d'ivoire. En France, cette industrie occupe environ 100 ouvriers, et son produit est de 500.000 francs.

[1] Nous devons, le Directeur de la *Revue* et moi, des remerciements à M. Barbier, fabricant, pour les renseignements qu'il nous a obligeamment donnés et pour nous avoir facilité l'accès de son atelier.

5. *La brosserie.* — La fabrication des brosses en ivoire n'absorbe qu'une faible partie de l'ivoire importé en Europe. Ce sont les ivoires d'Angola et de Zanzibar qui sont recherchés par cette industrie. En France, 150 ouvriers sont employés par la brosserie en ivoire, dont le chiffre de production, qui a baissé sensiblement, n'est plus que de 300.000 francs. Il y a là, évidemment, une question de mode, car l'ivoire, à cause des grands arrivages provenant de l'exploitation du Congo, n'a jamais été à aussi bon marché.

6. *La tabletterie.* — L'ivoire le plus apprécié par la tabletterie est l'ivoire de l'Ouest-Africain. Les objets fabriqués par la tabletterie sont innombrables; en voici quelques-uns : éventails, dominos, jetons, fiches, boutons, boîtes à poudre de riz, ronds de serviette, gratte-dos, gratte-langue, autres objets de toilette, etc.

Cette industrie, essentiellement parisienne, a été déplacée depuis quelques années; elle est aujourd'hui localisée à Méru-sur-Oise et dans quelques pays environnants. La main-d'œuvre, moins chère dans cette région qu'à Paris, a été la cause de ce déplacement. Environ 200 ouvriers sont occupés à cette industrie, et ce sont généralement des ouvriers en chambre travaillant pour le compte de petits entrepreneurs. Le chiffre de la production s'élève à 500.000 francs.

7. *Le manche de parapluie.* — Cette industrie exige de ses ouvriers quelques aptitudes artistiques. Aussi, cet article est encore important au point de vue de l'exportation. Cependant, il n'occupe guère que 60 ouvriers produisant annuellement 200.000 francs.

8. *La sculpture.* — Tous les visiteurs de l'Exposition de l'État indépendant du Congo établie cette année à Tervueren, près de Bruxelles, ont vu quel merveilleux parti la sculpture pouvait tirer de l'ivoire. Les nombreux artistes belges qui ont organisé ce Salon des ivoires ont essayé avec succès une rénovation de la sculpture chryséléphantine. Plus de quatre-vingts pièces d'ivoire dues aux meilleurs artistes de Belgique ont été rassemblées dans ce Salon, et quelques-unes sont de véritables chefs-d'œuvre de grâce et de finesse. Ces pièces supportées par d'élégants socles en bois rouge de la forêt du Mayombe comprennent des figurines, des bustes, des groupes, des vases, des éventails, des coffrets et même une pendule. Cette renaissance ornementale, sans atteindre l'art des Phidias, n'en atteste pas moins l'habileté des ivoiriers modernes. Aussi l'on comprend que le gouvernement belge ait voulu flatter ses artistes en inscrivant, en tête du catalogue de cette Exposition, cette épigraphe : « Le degré artistique d'un peuple est l'expression la plus élevée de sa perfectibilité et la protection des arts souligne la grandeur d'un gouvernement. » Il faut rappeler que déjà, en 1893, à l'occasion de l'Exposition d'Anvers, l'État du Congo distribua gracieusement aux meilleurs statuaires belges des défenses d'éléphant d'une valeur considérable; et les envois de ces artistes firent pressentir l'importance de cette nouvelle école chryséléphantine.

C'est surtout l'ivoire provenant du Gabon qui est utilisé par la sculpture. En dehors des œuvres d'art véritables, il y a dans le commerce un certain nombre d'objets qui ont un réel cachet artistique; tels sont les éventails, les Christs, les Vierges, les têtes d'anges pour orner les berceaux, les statuettes de Jeanne d'Arc et autres personnages historiques, etc.; tel aussi le marteau d'ivoire, fort élégant, qui servit au Tsar pour sceller la première pierre du Pont Alexandre.

L'industrie du Christ est particulièrement intéressante [1]. Le fabricant ou le maître-ouvrier ébauche un morceau d'ivoire d'abord à la gouge, puis il dessine sur l'ivoire, au crayon, une esquisse qui va guider l'ouvrier; celui-ci sculpte alors au burin, et si, au début, un modèle lui est nécessaire, il arrive vite à faire le Christ *de chic*. L'ouvrier habile utilise la courbure de la défense pour faire incliner la tête du Christ à gauche ou à droite; de même, pour cacher le *cœur* de la défense qui n'est pas blanc, l'ouvrier peut être obligé de faire un Christ à *pieds croisés* et non à *pieds droits*. Enfin, comme le veut la liturgie, le Christ doit avoir les bras largement étendus pour le baiser universel : un tel Christ fait d'une seule pièce exigerait un morceau d'ivoire de dimensions considérables, aussi les bras sont sculptés à part et rattachés ensuite au corps.

Ces ouvriers arrivent à exécuter des Christs tellement irréprochables que ceux-ci sont parfois utilisés pour fabriquer des moules dans lesquels sont coulés des Christs métalliques à bon marché. Ces ouvriers ont suivi les cours des Ecoles d'art de la Ville de Paris, et ils y ont reçu une éducation artistique qui leur permet, dès l'âge de quinze ou seize ans, de se montrer d'excellents ouvriers arrivant à gagner, au bout de quelques années, de 110 à 125 francs par semaine.

L'ivoire des sculptures peut être blanchi avec de l'eau oxygénée, ou par l'exposition au soleil sous une cloche de verre close. On peut obtenir des

[1] Nous devons, le Directeur de la *Revue* et moi, des remerciements à M. Manceau, sculpteur sur ivoire, pour les renseignements qu'il nous a fournis sur l'industrie du Christ.

ivoires colorés en les plongeant dans des bains de safran, de vert-de-gris ou de campêche, selon la couleur qu'on veut obtenir. La qualité d'ivoire qui est naturellement jaunâtre est utilisée pour faire les *vieux Christs*.

Il y a en France 50 ouvriers d'art sculptant l'ivoire, dont 15 savent faire le Christ. Ces ouvriers habitent presque tous Paris; on trouve cependant quelques ouvriers travaillant le Christ, à Dieppe et à Saumur.

Le chiffre de production de la sculpture est bien difficile à fixer, comme pour toutes les œuvres d'art. On peut cependant l'estimer approximativement à 200.000 francs. Il est fait à Paris environ pour 60.000 francs de Christs, dont un certain nombre sont exportés en Espagne; quelques Christs à bon marché sont aussi expédiés dans l'Amérique du Nord.

§ 4. — Principaux centres industriels.

Les principaux centres du travail de l'ivoire sont : en France, *Paris*, où l'on trouve toutes les industries, surtout celles qui exigent des connaissances artistiques et techniques spéciales; ces industries de l'ivoire sont presque toutes localisées dans le IIIe arrondissement, qui est, à ce point de vue, un véritable Conservatoire des Arts et Métiers parisiens. La tabletterie se fait surtout à *Méru* et dans quelques autres villages de l'Oise; quelques objets se font à *Saint-Claude* (Jura). La brosserie a son centre aussi dans l'Oise, à *Beauvais* et à *Trie-Château*. *Ivry-la-Bataille* et quelques autres villages de l'Eure fabriquent le peigne.

Enfin, il faut mentionner spécialement *Dieppe* qui occupait, il y a une vingtaine d'années, 1.500 ouvriers en ivoire et qui n'en compte plus 15 aujourd'hui. L'importance de cette ville au point de vue de l'industrie de l'ivoire est ancienne : on raconte qu'en 1364 les Dieppois rapportèrent de la côte d'Afrique une telle quantité d'ivoire, qu'il leur prit l'idée de mettre cette matière en œuvre; l'ivoirerie de Dieppe fut florissante jusqu'en 1694, époque où cette ville fut bombardée par les Anglais; jusqu'en 1816, cette industrie fut à peu près perdue, puis elle reprit de l'activité pour s'éteindre ensuite de nos jours. Dieppe fabriquait non seulement beaucoup de sculpture, mais aussi tous les objets de petite tabletterie pour lesquels sont utilisés les petits morceaux d'ivoire qu'on trouve plutôt aujourd'hui dans le voisinage des usines de Paris ou de l'Oise travaillant la bille, le peigne, la touche ou la brosserie. Et puis enfin de nombreux objets de fantaisie (broches, boucles, boîtes, etc.) qui se faisaient en ivoire, se fabriquent actuellement en métal. A ces causes de la disparition de cette industrie dieppoise, s'ajoute aussi le développement de l'enseignement du dessin à Paris, enseignement si utile à l'ouvrier en ivoire qu'il lui assure la supériorité sur ses rivaux qui en sont privés.

En Allemagne, les principaux centres sont *Hambourg*, *Francfort*, *Berlin* et *Cologne*. En Angleterre, *Londres* et *Sheffield*. Enfin, on travaille un peu d'ivoire en Espagne, en Italie et dans l'Amérique du Nord.

§ 5. — Chiffres de la production française; comparaison avec l'étranger.

La consommation moyenne de l'ivoire, de 1889 à 1893, a été la suivante pour les différents pays (tableau VII) :

Tableau VII. — Consommation annuelle de l'ivoire dans le monde.

PAYS	MANCHES DE COUTEAUX	TOUCHES DE PIANOS	PEIGNES	BILLES DE BILLARD	DIVERS	TOTAL
	kilos	kilos	kilos	kilos	kilos	kilos
Angleterre	143.000	14.000	16.000	9.000	6.000	188.000
Amérique	11.000	62.000	21.000	13.000	9.000	116.000
Allemagne	13.000	57.000	23.000	12.000	8.000	113.000
France	9.000	29.000	31.000	14.000	7.000	90.000
Autres pays	1.000	»	»	1.000	4.000	6.000
Inde	»	»	»	»	121.000	121.000
Chine	»	»	»	»	13.000	13.000
Total	177.000	162.000	91.000	49.000	168.000	647.000

La production annuelle de l'industrie française peut être évaluée ainsi :

Bille de billard	600.000 fr.
Touche de piano	720.000 »
Peigne	600.000 »
Manche de couteau	500.000 »
Brosserie	300.000 »
Tabletterie	500.000 »
Manche de parapluie	200.000 »
Sculpture	200.000 »
Total	3.620.000 fr.

Cette production a peu varié depuis une quinzaine d'années pour la bille, la touche, le peigne, le

manche de couteau et la sculpture, bien qu'elle ait plutôt diminué; mais elle a baissé sensiblement dans la brosserie, la tabletterie et le manche de parapluie.

La *France*, l'*Angleterre*, l'*Allemagne* et les *États-Unis* fabriquent les quatre principaux articles de l'ivoire : bille, touche de piano, peigne et manche de couteau; mais c'est en France que l'on fait surtout la brosserie, la tabletterie, le manche de parapluie et la sculpture.

L'*Espagne* fabrique la bille en assez grande quantité; l'*Italie* et la *Turquie*, le peigne; l'*Autriche*, la bille et la touche; la *Hollande*, très peu de billes; enfin la *Belgique*, un peu de tabletterie et de sculpture.

En somme, la concurrence étrangère existe peu. Chaque pays important produit à peu près pour ses besoins : par exemple, l'Angleterre produit de la brosserie pour sa consommation et en expédie peu en France; de même, la France exporte peu de brosserie en ivoire. Du reste, par nos droits de douanes nous avons retenu dans les pays d'origine les produits étrangers manufacturés, mais on a usé et l'on use plus que jamais envers nous des mêmes procédés, de sorte que bientôt nous devrons nous contenter de nos marchés nationaux et coloniaux pour l'écoulement des produits de notre industrie.

Si l'on considère d'une part le nombre d'Éléphants que l'on tue chaque année, et d'autre part la lenteur avec laquelle l'Éléphant se reproduit, — car le développement embryonnaire dure 18 mois et l'Éléphant n'est adulte que vers 15 ou 16 ans, — on est amené à conclure que le trafic de l'ivoire est menacé.

Les statistiques publiées dans ce travail montrent suffisamment que l'ivoire n'est pas inépuisable, pas plus, du reste, que les autres produits naturels. L'ivoire pourra disparaître des marchés coloniaux, mais l'avenir des Colonies ne sera pas compromis pour cela, car il restera toujours la fécondité du sol. Aussi il faut prévoir dès maintenant la fin de l'exploitation des produits *naturels* de nos colonies, et le commencement de l'exploitation des produits *cultivés*.

Comme on l'a dit fort justement, c'est, pour nos colonies, l' « âge de l'agriculture » qui commence. C'est là une vérité que l'on ne saurait trop répandre près de tous ceux qui s'intéressent à l'avenir économique de nos possessions d'outre-mer.

E. Caustier,

Agrégé de l'Université,
Secrétaire de la Section scientifique
du Comité de l'Éléphant.

L'INSTITUT DE TECHNOLOGIE

DE L'ÉTAT DE MASSACHUSETS, A BOSTON

Pendant la première moitié de ce siècle, la France était à peu près le seul pays où l'on pouvait acquérir une instruction technique un peu élevée; aussi, on trouve des ingénieurs français à l'origine de presque tous les grands travaux publics exécutés à cette époque dans les divers pays; les écoles françaises étaient fréquentées par des étrangers qui exportaient chez eux les traditions et la renommée de nos savants et de nos praticiens. Aujourd'hui, il s'est établi, dans beaucoup de pays, des écoles techniques formant des ingénieurs, qui se sont substitués peu à peu aux Français, et qui viennent, même en France, se mettre en concurrence avec ceux qui sortent de nos écoles.

L'Amérique n'est pas restée en arrière de ce mouvement, et, parmi les établissements d'enseignement technique qui ont été créés depuis quelques années, l'un des plus remarquables est certainement l'*Institut de Technologie* de l'État de Massachusets, à Boston. J'ai cru qu'il ne serait pas inutile d'en faire une description sommaire : la comparaison avec les établissements similaires français, que ne manqueront pas de faire ceux qui s'intéressent à ces questions, montrera quels progrès nous avons à réaliser si nous voulons, non pas seulement conserver notre rang et notre ancienne réputation vis-à-vis des étrangers, mais même n'être pas bientôt dépassés et envahis par les petits-fils de ceux à qui nous avons donné autrefois les premiers éléments de l'instruction technique. Le moment est venu, à mon avis, où il est indispensable de nous perfectionner, de ne pas rester plus longtemps attachés à nos anciens errements, alors que tout le monde, autour de nous, marche en avant. En tardant trop, notre retard s'accentuerait tellement que nous serions peut-être impuissants à le regagner.

I. — Programme des études.

La fondation de l'*Institut de Technologie* de Boston a été décidée par un acte législatif de l'État de Massachusets, en date du 10 avril 1861, rendu sur un rapport de William Barton Rogers, ancien

professeur à l'Université de Virginie, et qui devint le premier président du nouvel établissement dont il est le fondateur. L'Institut ouvrit ses portes en février 1865, et n'eut, à ses débuts, que vingt-sept élèves. Mais sa prospérité se développa rapidement. Il est inutile d'en rappeler les diverses phases, il suffit de décrire l'état actuel auquel cet établissement est parvenu.

En 1892-1893, le nombre des élèves était de 1060. La durée normale des études régulières est de quatre années, mais un certain nombre d'étudiants, pourvus d'un diplôme après leur quatrième année, font une ou deux années complémentaires, afin d'obtenir un second diplôme ou un grade supérieur. Les élèves de la dernière année scolaire étaient ainsi répartis :

Etudiants diplômés	48
Etudiants réguliers de 4e année. .	138
— — de 3e année. .	144
— — de 2e année. .	175
— — de 1re année. .	314
Etudiants libres.	241
Total.	1.060

(Les étudiants libres sont ceux qui ne suivent qu'un certain nombre de cours, et qui ne peuvent concourir pour obtenir les diplômes.)

Des examens d'admission ont lieu chaque année en juillet et en septembre; le programme comprend :

Arithmétique : fractions, système métrique, racine carrée;

Algèbre : progressions, équations du 1er et du 2e degré, quantités imaginaires, puissances du binôme, permutations et combinaisons;

Géométrie plane et dans l'espace (non compris les polyèdres réguliers) : aires et volumes;

Langue française : grammaire, verbes irréguliers, traduction d'anglais facile en français, traduction à première vue de prose française (la langue allemande peut être substituée au français);

Langue anglaise : composition sur un sujet littéraire familier au candidat (on donne, chaque année, assez longtemps à l'avance, une liste des ouvrages littéraires que le candidat est supposé connaître);

Histoire : histoire des Etats-Unis et histoire de l'Ancien monde jusqu'à la chute de l'empire romain d'Occident.

La connaissance du latin n'est pas exigée, mais elle est fortement recommandée. Il est rappelé en général aux candidats que plus leurs connaissances sont étendues au moment de l'admission, plus ils pourront espérer de succès et d'avantages dans leur séjour à l'École.

Les candidats doivent avoir dix-sept ans accomplis au moment de l'admission : l'âge moyen d'entrée est de dix-huit ans et demi environ. La rétribution scolaire est de 200 dollars (environ 1.000 fr.) par an; les élèves libres, qui ne suivent qu'un petit nombre de cours, peuvent obtenir une réduction de ce prix. Il y a un certain nombre de bourses gratuites fondées par l'État, par les municipalités, par des sociétés, ou par des particuliers. Elles ne sont attribuées, en général, qu'aux étudiants qui ont déjà passé une année à l'Institut.

Il convient d'ajouter que l'Institut reçoit des élèves des deux sexes : depuis 1873, trente femmes ont obtenu des diplômes, quelques-unes avec mention très honorable.

C'est surtout dans les divisions de Chimie, de Physique, de Biologie et d'Architecture, que les étudiantes se sont fait inscrire.

C'est un trait particulier des mœurs américaines qu'il me paraît intéressant de signaler en passant.

Les cours commencent, chaque année, le dernier lundi de septembre. L'année scolaire, déduction faite des jours de congé, comprend trente semaines de travail effectif; elle est divisée en deux périodes, ou semestres, de quinze semaines effectives chacune, dont la seconde commence le premier mardi qui suit le 28 janvier. Les examens de fin d'année, la collation des grades et diplômes ont lieu à la fin de mai ou au commencement de juin.

La présence des élèves réguliers est obligatoire à l'Institut, tous les jours de 9 heures du matin à 1 heure, et de 2 h. 15 à 4 h. 15, sauf le samedi, où les élèves peuvent quitter l'Institut à 1 heure. Les élèves libres n'assistent qu'aux cours et exercices pour lesquels ils sont inscrits.

A la fin de chaque semestre ont lieu des examens généraux sur tous les sujets traités dans le semestre ou dans l'année. L'examen final, après la quatrième année, porte sur toutes les matières enseignées dans les quatre années d'études.

L'élève qui satisfait à toutes les épreuves reçoit le diplôme de *Bachelor of science*, correspondant à la division dont il a suivi les cours. Il arrive fréquemment qu'un étudiant, ayant ainsi satisfait aux examens d'une spécialité, consacre une cinquième année à une autre; il suit alors, dans cette cinquième année, les cours de la quatrième année de sa nouvelle spécialité et il peut obtenir, de la sorte, un nouveau diplôme. Il accroît ainsi, dans une large mesure, son instruction professionnelle.

En outre, des cours supérieurs peuvent conférer, aux étudiants qui les suivent avec succès, les diplômes de *Master of science* et aussi de *Doctor of science* ou de *Doctor of philosophy*.

Les élèves sont répartis en divisions, ou spécialités, qui ont reçu et conservé des numéros d'ordre successifs, au fur et à mesure de leur création. Ces divisions sont aujourd'hui au nombre de treize, savoir :

I. — *Art de l'ingénieur civil :* routes, ponts, chemins de fer, travaux hydrauliques.

II. — *Art de l'ingénieur mécanicien :* machines à vapeur, locomotives et autres moteurs mécaniques.

III. — *Mines et métallurgie.*

IV. — *Architecture.*
V. — *Chimie.*
VI. — *Art de l'ingénieur électricien.*
VII. — *Biologie.*
VIII. — *Physique.*
IX. — *Études générales.*
X. — *Art de l'ingénieur chimiste.*
XI. — *Art de l'ingénieur sanitaire.*
XII. — *Géologie.*
XIII. — *Constructions navales.*

Les divisions V, VIII et IX sont destinées principalement aux jeunes gens qui désirent embrasser une carrière purement scientifique, soit pour exécuter des recherches et des travaux personnels, soit pour exercer le professorat; elles servent de préparation aux études supérieures par lesquelles elles doivent être complétées; la division VII (Biologie) est une excellente préparation aux études médicales. La dernière division, XIII, est de création toute récente; elle n'existait pas encore en 1892-93 à l'état de division principale, elle ne formait qu'une sous-division de la division II.

Pendant le premier semestre de la première année, les élèves de toutes les divisions suivent les mêmes cours, la spécialisation commence à partir du second semestre et devient de plus en plus accentuée dans les années suivantes.

Je ne puis transcrire ici les programmes détaillés des cours suivis par chacune des treize divisions, mais je crois pouvoir en donner une idée en reproduisant celui du cours suivi par la division I (Art de l'ingénieur civil), ainsi que les exercices de laboratoire auxquels les élèves prennent part et le nombre d'heures consacrées à chacun de ces cours et exercices.

ART DE L'INGÉNIEUR CIVIL.

1re année.

1er *semestre.*

(Les leçons de ce premier semestre sont communes aux treize divisions.)

Algèbre	28	heures.
Géométrie	32	—
Chimie générale et laboratoire	105	—
Rhétorique et composition anglaise	30	—
Français (ou allemand)	45	—
Dessin de machines	90	—
Dessin à main levée	15	—

2e *semestre.*

Trigonométrie plane et sphérique; logarithmes	50	heures.
Chimie générale et laboratoire	90	—
Histoire politique depuis 1815	30	—
Français (ou allemand)	45	—
Dessin de machines et géométrie descriptive	90	—
Dessin à main levée	30	—

2e année.

Calcul différentiel	45	heures.
Géométrie analytique	45	—
Géométrie descriptive	75	—
Eléments d'Astronomie	15	—
Physique	90	heures.
Mécanismes (principes de cinématique)	30	—
Histoire de l'Amérique	30	—
Géographie physique	45	—
Littérature anglaise	15	—
Français (ou allemand)	90	—
Levé de plan	175	—
Dessin topographique	30	—

3e année.

Calcul intégral	20	heures.
Statique générale	20	—
Théorie des constructions	30	—
Résistance des matériaux, cinématique et dynamique	45	—
Stéréotomie	60	—
Physique et laboratoire	60	—
Géologie générale et stratigraphique	75	—
Routes et chemins de fer	195	—
Économie politique et histoire industrielle	30	—
Lois commerciales	30	—
Levé de plan	60	—
Français (ou allemand)	90	—

4e année.

La 4e année de la division I est subdivisée en trois sous-divisions qui suivent les cours suivants communs :

Théorie des constructions	60	heures.
Résistance des matériaux, théorie de l'Elasticité	45	—
Hydraulique	45	—
Eclairage électrique et machines dynamo-électriques	60	—
Ponts et construtions analogues	60	—

Et, en outre, chaque sous-division suit les cours spéciaux suivants :

1re *sous-division.*

Art de l'ingénieur hydraulicien	45	heures.
Science sanitaire et hygiène publique	15	—
Art de l'ingénieur sanitaire	45	—
Métallurgie du fer	15	—
Eléments d'astronomie et de géodésie pratiques	30	—
Machines motrices et mécanismes	45	—
Expériences hydrauliques	30	—
Projet de pont	180	—
Projet d'assainissement	30	—
Laboratoire de l'art de l'ingénieur	45	—

2e *sous-division.*

Construction des chemins de fer	150	heures.
Exploitation des chemins de fer	30	—
Moteurs et mécanismes	45	—
Construction des édifices	15	—
Métallurgie du fer	15	—
Projet de pont	180	—
Projet de chemin de fer	30	—
Laboratoire de l'art de l'ingénieur	45	—

3e *sous-division.*

Méthode des moindres carrés, probabilités	30	—
Equations différentielles	45	—
Géodésie et astronomie	135	—
Art de l'ingénieur hydraulicien	45	—
Laboratoire de physique	30	—
Laboratoire d'hydraulique	30	—
Laboratoire de l'art de l'ingénieur	»	—

Chacune des trois sous-divisions comprend, en outre, une thèse ou projet de concours, et il en est de même de la quatrième année de chacune de

toutes les autres divisions. Le sujet de cette thèse est laissé au choix de chaque étudiant; il doit cependant être agréé par l'administration de l'Ecole.

Le corps enseignant comprenait, en 1892-93, pour les douze divisions, 37 professeurs titulaires ou adjoints, et 75 répétiteurs ou maîtres. Beaucoup de cours sont, naturellement, communs à plusieurs divisions.

Si l'on examine attentivement le programme des cours de la division I, qui vient d'être donné en détail, on sera certainement frappé de l'importance considérable qu'y conservent les sciences pures ou appliquées, les études générales et combien peu il s'y rencontre de cours portant sur les détails des connaissances. C'est là, on peut le dire, avec l'extension aussi grande que possible des travaux de laboratoire, la véritable caractéristique de l'Institut de Technologie de Boston. On y enseigne certainement, d'une façon très large, les applications des sciences aux arts usuels, mais les détails, les procédés, les méthodes techniques sont constamment laissés au second plan et subordonnés à l'acquisition des principes généraux. Et ces principes eux-mêmes sont moins enseignés en vue de leur application immédiate aux besoins de la pratique qu'en vue de développer l'esprit, d'éveiller la curiosité, d'exercer et de perfectionner les facultés des élèves. Ce que l'Institut s'efforce d'obtenir, c'est que les étudiants à qui il confère des diplômes soient, par-dessus tout, des hommes bien élevés, dans toutes les acceptions que comporte cette expression et c'est pourquoi l'on voit figurer, dans les programmes, des matières qui peuvent paraître bien étrangères aux connaissances nécessaires à un ingénieur, mais qu'il n'est pas permis à un homme, ayant une certaine éducation, d'ignorer complètement.

J'ajouterai que la réunion, dans un même établissement, d'étudiants de spécialités diverses, a pour effet de donner à l'enseignement d'abord, et surtout à l'esprit des élèves, une ampleur et une généralité qui se développeraient à un degré moindre dans des établissements distincts. La Section de Biologie, par exemple, qui a pour objet de préparer aux études médicales, donne aux futurs étudiants en médecine, par leur contact fréquent avec les futurs ingénieurs, une préparation, des idées et un esprit scientifique bien différents de ceux qu'ils auraient acquis dans une école entièrement spéciale. Il en est de même des autres : tous profitent de leur réunion et de leurs études en commun.

II. — Laboratoires.

On attache une grande importance à l'étude des mathématiques considérées surtout comme un moyen de former l'esprit et le raisonnement, et aussi comme une base nécessaire à toutes les autres connaissances de l'ingénieur. On ne néglige pas les études littéraires et la langue anglaise; le français et l'allemand font partie obligatoire des programmes; l'espagnol et l'italien sont facultatifs. L'histoire politique moderne et du Moyen-Age des nations étrangères et l'histoire politique économique, commerciale et industrielle des États-Unis sont régulièrement enseignées.

Les cours techniques proprement dits sont relativement peu nombreux; on considère qu'il importe surtout d'avoir une connaissance plus complète des principes, de posséder un plus grand nombre d'idées générales et qu'il suffit d'avoir étudié quelques-uns des problèmes que l'on rencontre dans la pratique, à la condition d'avoir acquis, en même temps, un certain degré de pratique par de nombreux exercices de laboratoire.

C'est, en effet, surtout le nombre, l'étendue, l'agencement et l'organisation de ses laboratoires qui donnent à l'Institut de Boston un caractère particulier et en font un établissement sans doute unique au monde.

Il faudrait un volume tout entier pour donner le détail des richesses qui y sont accumulées et mises à la disposition des élèves; je ne puis que me borner à en faire une description sommaire. A défaut de la nomenclature détaillée des appareils qui s'y trouvent, j'indiquerai la dimension approximative de quelques-unes des salles qui les composent, en disant ici, une fois pour toutes, que ces salles sont remplies, autant qu'elles peuvent l'être, de tous les appareils les plus modernes relatifs à chacune des branches à laquelle le laboratoire est plus particulièrement affecté.

Ces laboratoires sont au nombre de huit, et chacun d'eux occupe un plus ou moins grand nombre de salles distinctes.

§ 1. — Laboratoire de Physique.

Ce laboratoire comprend les parties principales suivantes :

1° Laboratoire de Physique générale (33 mètres sur 9), avec une grande variété d'appareils pour les expériences et la mesure des constantes physiques relatives à la Chaleur, à l'Optique, à l'Électricité, à la Pesanteur;

2° Laboratoire d'Électricité (33 mètres sur 9), avec une collection complète des appareils servant à mesurer les quantités électriques : résistance, capacité, force électromotrice, intensité, etc. Beaucoup de ces appareils sont de forme spéciale et nouvelle;

3° Salle des dynamos (12 mètres sur 12), munie d'une machine Westinghouse de 75 chevaux ser-

vant à mouvoir les dynamos. Les principales de ces machines sont : une dynamo Thomson-Houston à courant alternatif de 500 lampes, et une à courant continu de 200 lampes, une dynamo Edison de 150 lampes, une dynamo à faible voltage de 300 ampères pour électrolyse, et un grand nombre d'autres machines plus petites;

4° Laboratoire d'Électricité appliquée à l'Art de l'ingénieur; une première salle (26 mètres sur 9) renferme des appareils qui servent aux applications de l'électricité : signaux de chemins de fer, machines électromotrices, ventilateurs, etc. Une autre salle (11 mètres sur 9), qui communique avec la salle des dynamos, sert aux expériences dynamométriques, calorimétriques, photométriques, etc., et elle est pourvue des appareils nécessaires à ces expériences;

5° Laboratoire de Photographie (19 mètres sur 9), qui sert aussi pour les expériences photométriques;

6° Laboratoire d'Acoustique (10 mètres sur 9), disposé pour les études acoustiques et téléphoniques;

7° Laboratoire d'Optique (9 mètres sur 9), largement éclairé à l'est et au sud et destiné aux recherches pour lesquelles on a besoin de la lumière solaire.

Enfin, un certain nombre d'autres salles contiennent des appareils et instruments divers.

§ 2. — Laboratoire de Chimie.

Ce laboratoire occupe 18 salles, dont voici les principales :

1° Laboratoire de Chimie générale (26 mètres sur 12) avec 133 tables pouvant recevoir chacune un groupe de trois étudiants, pour les exercices de première année.

2° Laboratoire de Chimie analytique (26 mètres sur 12), avec 108 tables garnies de tiroirs et d'armoires où se trouvent une grande quantité d'appareils et de produits. Ce laboratoire est muni de tous les dispositifs les plus récents pour faciliter les travaux : chaque table est pourvue de gaz, d'eau et de courants électriques. Les deux laboratoires sont énergiquement ventilés et très largement éclairés.

3° Laboratoire de Chimie organique (11 mètres sur 9), avec des annexes pour la manipulation des matières dangereuses.

4° Salle des balances de précision (10 mètres sur 4), avec 22 de ces appareils.

5° Laboratoire de Chimie sanitaire, deux salles (12 mètres sur 12 et 11 mètres sur 9), muni de tous les appareils et produits nécessaires à l'analyse des matières alimentaires : farine, beurre, lait, eau, etc., et à l'étude des questions d'Hygiène. Depuis 1887, il a été analysé, dans ce laboratoire, plus de 10.000 échantillons d'eau.

6° Laboratoire d'analyse des gaz (8 mètres sur 3) outillé surtout en vue de l'analyse des gaz provenant de la combustion.

7° Laboratoire de Chimie industrielle : une salle (18 m. sur 9) contient les principaux produits chimiques usités dans l'industrie, une autre (12 mètres sur 9), les matières colorantes employées dans l'industrie textile.

§ 3. — Laboratoire des Mines et de la Métallurgie.

Ce laboratoire comprend les installations suivantes :

1° Salle des chalumeaux (7 mètres sur 10), avec tables pour 24 étudiants, balances, réactifs, etc., pour les essais au chalumeau.

2° Salle des essais (8 mètres sur 11), avec dix fourneaux à creuset, sept à moufle, et beaucoup d'accessoires.

3° Salle des balances (4 mètres sur 5).

4° Salle de Métallurgie (28 mètres sur 8), pourvue de tous les appareils nécessaires à l'extraction de l'or, de l'argent, du cuivre, du plomb, du zinc, par les divers procédés, y compris celui de l'affinage par l'électricité.

5° Salle de fonderie (16 mètres sur 11) : appareils pour griller et fondre les minerais et pour raffiner des quantités de métal variant de 200 à 3.000 kilos. Par leurs dimensions, ces appareils sont presque des engins industriels, plutôt que des instruments de laboratoire.

§ 4. — Laboratoire de l'Art de l'ingénieur.

1° Laboratoire de la vapeur, contenant une machine à vapeur à triple expansion, de 150 chevaux, disposée de manière que chacun de ses trois cylindres puisse être employé isolément ou en connexion avec les autres. D'autres machines plus petites, de divers systèmes, une grande variété de condenseurs, d'injecteurs, de pompes à vapeur, d'appareils divers, et d'instruments destinés à mesurer le rendement et la force des machines complètent cet atelier.

2° Laboratoire de l'Hydraulique, renfermant un réservoir fermé de forme cylindrique de $1^{m},50$ de diamètre et de 8 mètres de hauteur surmonté d'un tuyau de $0^{m},25$ de diamètre et de plus de 21 mètres de hauteur destiné à fournir de l'eau à la pression que l'on désire. Autour du réservoir sont des appareils destinés à mesurer l'écoulement de l'eau par réservoir, par orifices ou ajutages, tuyaux de diverses formes, et aussi à mesurer les pertes de charge dues aux diaphragmes, branchements, coudes, robinets, etc. On y trouve aussi un compteur Venturi, un compteur Worthington, un bélier

hydraulique et une variété considérable d'appareils divers pour la mesure des vitesses, de la pression et des débits.

Ces deux laboratoires, de la vapeur et de l'hydraulique, occupent ensemble deux salles de 15 mètres de largeur, ayant l'une 22 mètres, l'autre 30 mètres de longueur.

3° Laboratoire de résistance des matériaux. Deux salles, de chacune 15 mètres sur 15 mètres, contenant une machine d'essai de 150 tonnes, capable d'essayer à la compression une pièce de $5^m,50$ et à la traction une pièce de $3^m,60$ de longueur, une autre machine de 25 tonnes et une grande variété de machines diverses pour essayer les fers, les fontes, les cordes, les fils, les mortiers et pour déterminer la résistance longitudinale, transversale, à la flexion ou à la torsion, des poutres de bois et de fer jusqu'à $7^m,50$ de longueur.

4° Laboratoire d'industrie (15 mètres sur 9), avec des machines à travailler le coton : cordes, fileuses, banc à broches, etc.

§ 5. — Laboratoire de Biologie.

Ce laboratoire comprend surtout des microscopes, à raison d'un de ces instruments par étudiant. Il contient aussi des pièces anatomiques et des modèles de toute sorte soigneusement préparés pour l'étude de l'Anatomie comparée et de l'Embryologie. Enfin ce laboratoire renferme tout ce qui est nécessaire pour préparer les milieux de culture des bactéries, et les étudiants y sont exercés à cultiver, reconnaître et classifier les diverses espèces de bactéries, à étudier l'effet des matières antiseptiques, etc.

§ 6. — Laboratoire d'Architecture.

Ce laboratoire est disposé pour les expériences sur les chaux, ciments, mortiers. Il contient des appareils pour la fabrication des mortiers, des appareils de ventilation et de chauffage, etc. Les élèves y sont exercés au modelage.

§ 7. — Laboratoire de Géologie.

Ce laboratoire possède des microscopes, goniomètres de diverses espèces, clinimètres, balances spéciales, etc., un grand nombre de modèles de cristaux en verre ou en bois et une collection considérable de minéraux préparés en vue de la lithologie et de la reconnaissance des roches. Une salle spéciale est consacrée à l'étude des minéraux avec des installations de fourneaux, chalumeaux, etc., nécessaires. Une collection géologique et paléontologique est installée dans d'autres salles.

§ 8. — Laboratoires d'application.

Ces laboratoires d'application sont des ateliers où les étudiants sont exercés au travail manuel du bois et du fer, et qui sont abondamment pourvus de machines-outils de toute sorte : scies, machines à raboter, à percer, à mortaiser, à tourner, à aléser, etc.

A chacun de ces laboratoires sont annexées des salles secondaires destinées à des opérations spéciales ou à des travaux personnels.

Les étudiants sont exercés à se servir de tous les appareils et instruments qui se trouvent dans les laboratoires; aucun de ces instruments ne doit leur être étranger. Dans leur quatrième année ils doivent, dans le laboratoire affecté à leur spécialité, exécuter par eux-mêmes des recherches et des expériences sur un sujet de leur choix, leur permettant de produire un travail original.

III. — Bibliothèques.

Enfin, chaque laboratoire est heureusement complété par une bibliothèque qui en fait, pour ainsi dire, partie intégrante, au même titre que les instruments. Au lieu que les livres se trouvent réunis, comme ils le sont souvent, dans une bibliothèque unique, nécessairement éloignée des endroits où travaillent d'ordinaire les élèves, l'étudiant de Boston peut, presque sans sortir du laboratoire, trouver à sa portée tous les ouvrages de quelque valeur publiés, sur la question qu'il étudie, en anglais, en français ou en allemand. Il y a ainsi onze bibliothèques distinctes, parce que quelques laboratoires en ont deux. La bibliothèque de l'art de l'ingénieur renferme plus de 4.000 volumes, celle de la Physique, plus de 3.500, celle de la Chimie, plus de 5.000 et ainsi des autres, non compris les innombrables brochures et les publications périodiques, au nombre de près de 400, qui forment la collection de journaux et revues techniques et scientifiques sans doute la plus complète que l'on puisse trouver.

Chacune de ces bibliothèques est disposée de manière que l'étudiant puisse consulter les ouvrages le plus facilement possible et sans perte de temps. Les ouvrages y sont méthodiquement classés sur les rayons, dans le même ordre que dans un catalogue par nature de sujets. Ainsi, par exemple, on trouvera, dans une même armoire, tous les livres et brochures concernant la construction des ponts; dans une autre, tous les ouvrages concernant les chemins de fer, etc. A chaque bibliothèque est annexée, bien entendu, une salle de lecture et de travail.

IV. — Finances.

Un pareil établissement n'a pu être créé, développé et entretenu sans des dépenses considérables. Il n'est pas installé dans un seul édifice, mais dans

cinq bâtiments différents, qui ne sont même pas absolument contigus bien que situés dans le même quartier et à proximité les uns des autres et qui ont été érigés au fur et à mesure du développement et des besoins.

Les sommes dépensées jusqu'au 31 décembre 1892, pour la fondation de l'Institut, y compris les insuffisances des recettes, qui ont grevé surtout les premières années, dépassant un million et demi de dollars (plus de 7.500.000 francs). L'Etat de Massachusets a contribué pour 200.000 dollars (un million de francs environ); le reste a été fourni par des donateurs particuliers.

Les bâtiments figurent, dans les comptes de premier établissement, pour 707.926 $. 85 (soit 3.716.000 francs), le terrain qu'ils occupent, pour 127.155 $. 69 (soit 676.000 francs); ce terrain a beaucoup augmenté de valeur depuis son acquisition. Le quartier où se trouve l'Institut est celui vers lequel la ville de Boston se développe et où s'élèvent chaque jour de nouvelles maisons et résidences de luxe. Indépendamment de ces immeubles, affectés directement aux besoins de l'enseignement, l'Institut possède d'autres propriétés qui lui rapportent annuellement 25.000 dollars environ (soit 126.000 francs). Il reçoit, du gouvernement fédéral, une subvention annuelle d'environ 12.000 dollars (62.500 francs). Les rétributions scolaires versées par les étudiants se sont élevées en 1891-1892 au total de 185.873 $. 77 (soit environ 975.000 francs).

Avec diverses autres recettes, le montant total des sommes encaissées a atteint, pendant cette année, le total de 264.285 $, 78 (soit environ 1.387.000 francs); et les dépenses ont été de 267.547 $, 90 (soit 1.405.000 francs), donnant ainsi une insuffisance d'environ 18.000 francs.

Les salaires et traitements des professeurs et du personnel figurent dans les dépenses pour 180.667 $, 94 (soit environ 968.000 francs), somme très sensiblement égale au montant de la rétribution scolaire.

Ce dont la description qui précède, purement matérielle, ne peut donner l'idée, c'est l'aspect intérieur de ce magnifique établissement d'instruction, c'est l'impression de grandeur, d'ordre et de confortable que l'on éprouve en le visitant. Les jeunes gens qui le fréquentent ont certainement les défauts de leur âge, qui sont probablement les mêmes dans tous les pays; mais, est-ce l'influence de la race, d'habitudes prises dès l'enfance ou de la discipline particulière de l'Institut où les étudiants sont, en toute circonstance, traités comme des hommes, à la raison desquels on ne cesse de faire appel, toujours est-il que la tenue est parfaite et que l'on ne voit aucune trace des enfantillages qui se remarquent trop souvent dans les écoles françaises. Sans aucun doute, les étudiants de l'Institut de Technologie de Boston sont sérieux et travaillent sérieusement. Les très nombreuses éliminations faites à la fin de la première année sont peut-être pour beaucoup dans ce résultat. L'examen sommaire, que j'ai pu faire, de quelques projets de concours présentés en vue d'obtenir le diplôme de la division I, m'a montré des études que ne désavoueraient pas des ingénieurs déjà expérimentés, et qui, en tout cas, sont largement équivalentes à celles que produisent, dans les mêmes circonstances, les meilleurs élèves de nos écoles techniques.

A. Flamant.
Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

LA CULTURE DU BANANIER ET LE COMMERCE DES BANANES

Peu de personnes en Europe se doutent de l'importance que prennent, dans certaines régions tropicales, la culture du bananier, et, aux États-Unis, le commerce des bananes. La présence de ces fruits sur nos tables, rendue possible depuis quelques années grâce à certains artifices qui permettent de leur faire subir presque impunément de longs transports, ne nous porte nullement à soupçonner la grandeur de la consommation qui en est faite dans les pays d'origine et dans toute l'Amérique du Nord. Aux États-Unis, non seulement la banane, mangée directement sous sa forme de fruit, intervient pour une part déjà très large et toujours croissante dans l'alimentation publique, mais, en outre, son contenu amylacé, extrait sous forme pulvérulente, commence à remplacer la farine du froment et à faire au blé une concurrence qui se traduirait déjà par un abaissement du cours commercial de cette denrée.

Pour ce motif, et en raison de cette circonstance que le bananier représente un élément considérable de richesse agricole en plusieurs de nos colonies, il nous paraît utile d'exposer l'état actuel de la culture de cette plante. Le développement dont cette culture est susceptible dans nos possessions, et l'importance du trafic auquel ses produits donnent lieu méritent toute attention. Sur ces sujets la *Revue* a reçu de précieux Rapports dus à M. Milhe-

Poutingon, directeur de Section à l'*Union Coloniale Française*, et à MM. les consuls de France en résidence à La Havane, Philadelphie, Boston, New-York et Chicago[1]. C'est à ces documents très détaillés que nous emprunterons la matière du présent article.

I. — Composition et valeur alimentaire de la Banane.

Nous ne rappellerons pas ici les caractères botaniques du bananier : tout le monde connaît cette belle musacée que son port élevé, ses feuilles gigantesques, — atteignant parfois trois mètres de longueur, — font rechercher dans beaucoup de jardins d'Europe. Elle est aujourd'hui très répandue en France et y fructifie, mais c'est seulement dans les pays chauds que ses fruits abondent et arrivent à maturité. Ces grandes baies, de forme triangulaire et légèrement arquée, dont la longueur atteint de 8 à 16 centimètres sur 1,5 à 5,5 centimètres d'épaisseur, sont associées au nombre de 90 à 100 et parfois 200 dans chacun des régimes qu'elles constituent à la base des feuilles. Toutefois c'est sur la plante *cultivée* que la banane acquiert un tel développement : le fruit du *pizang* — on nomme ainsi l'espèce sauvage — demeure beaucoup plus petit et n'est pas comestible; mais il contient la graine destinée à le reproduire. Si cette graine, au lieu d'être semée par le vent, germe, par les soins de l'homme, dans une terre riche et convenablement appropriée, la plante qui en résulte donne des drageons au moyen desquels on peut la propager, et elle cesse bientôt de produire des graines : ses fruits augmentent de volume, se chargent de matière amylacée et, totalement inféconds alors, deviennent comestibles. Inversement, le retour de la variété comestible à la variété sauvage peut avoir lieu, quand le bananier croît dans un sol pauvre et mal soigné. On voit par là combien importent les méthodes de culture : elles ont déjà produit plus de cent variétés parmi lesquelles les suivantes semblent les plus intéressantes sous le rapport alimentaire :

Musa ensete.
— *paradisica* ou bananier du Paradis[1].
— *Sapientium* — des Sages.
— *sinensis* — de la Chine.
— *coccinea* — écarlate.
— *rosea* — à spathes roses.
— *textilis* — abaca.

Boussingault, dans son grand voyage à travers l'Amérique du Sud, avait été frappé de l'abondance et de la richesse des cultures de cette plante.

« La culture de la banane, dit-il[2], est aussi importante entre les tropiques, que celle des graminées et des tubercules farineux dans la zone tempérée. La facilité de cette culture, le peu d'étendue qu'elle occupe, la sécurité, l'abondance, la permanence des récoltes, la diversité d'aliments fournis par la banane suivant ses degrés de maturité font de cette plante un objet d'admiration pour le voyageur européen. Sous un climat où l'homme sent à peine le besoin de se vêtir et de s'abriter, on le voit recueillir, presque sans aucun travail, une nourriture aussi abondante qu'elle est saine et variée. C'est le bananier qui a permis ce proverbe si consolant que l'on entend répéter sous la zone équatoriale : « Personne ne meurt de besoin en Amérique. » Dans la plus pauvre cabane, on accueille et l'on nourrit celui qui a faim ».

Avant sa maturité, la banane contient une grande quantité d'amidon; quand elle mûrit, cette substance se transforme très rapidement en sucre cristallisable et en telle abondance que, sous ce rapport, la banane le dispute à la canne et à la betterave.

Voici d'ailleurs la composition chimique des bananes mûres dépouillées de leur enveloppe, telle qu'elle a été établie par Corenwinder, il y a une vingtaine d'années[3].

Composition de la banane du Brésil
(fruit interne).

Eau	72,450
Sucre cristallisable	15,900
Sucre interverti (déviant à gauche)	5,900
Cellulose	0,380
Substances azotées	2,137
Pectine	1,250
Matières grasses et colorantes, acide malique, etc	0,958
Matières minérales	1,025
	100,000

D'autres analyses plus récentes, citées par M. Th. Reichert dans une étude sur le bananier[4], assignent à son fruit la composition ci-dessous :

Eau	73,90
Sucre de canne et glucose	19,66
Matières azotées	4,82
Cellulose	0,20
Corps gras	0,63
Chaux	0,79
	100,00

[1] La *Revue* doit des remerciements tout particuliers à M. Milhe-Poutingon, qui a bien voulu colliger pour elle toute une série d'études sur la banane parues dans le *Bulletin de l'Union Coloniale française* et dans divers journaux, soit politiques, soit techniques, de nos colonies. Elle tient aussi à rendre hommage au savoir et au zèle de nos consuls qui ont pris la peine de répondre avec une parfaite précision à un questionnaire sur la culture du bananier et le commerce des bananes dans les régions où s'exercent leurs fonctions et celles où s'étendent leurs relations personnelles. Il ne nous est pas possible de publier *in extenso* leurs notes et leurs statistiques. Mais nous pensons rendre service au lecteur en résumant ici les indications qui se dégagent de l'étude attentive de ces documents. (Note de la Direction.)

[1] Ce nom provient de ce que les Chrétiens d'Orient voient dans cette variété l'arbre biblique « du Bien et du Mal ».

[2] Boussingault : *Economie rurale*, t. I, p. 484.

[3] *Annales agronomiques*, t. II, p. 429.

[4] Reichert : La banane, sa répartition, sa nature et son emploi, *Landwirthsch. Versuchs-Stationen*, t. XLII, 1-95.

On voit, d'après cela, que la banane constitue un aliment très nourrissant. On remarquera la faible proportion de cellulose qui y est contenue et qui explique pourquoi la banane, aussitôt ingérée, fond, pour ainsi dire, dans la bouche. De là était venue la croyance que ce fruit renferme une grande quantité de matière grasse, croyance dont Bernardin de Saint-Pierre s'est fait l'écho dans ses *Harmonies de la Nature*[1].

La banane demande à être cueillie un peu avant sa maturité, c'est-à-dire au moment où sa couleur, d'abord verte, commence à passer au jaune; la peau, un peu rude, recouvre une chair molle d'une saveur douce et agréable. Entiers, les fruits pèsent généralement près de 70 grammes, dont la pulpe constitue les deux tiers.

Le plus communément, les bananes sont cuites au four ou sous la cendre; quelquefois, après les avoir pelées, on les coupe par tranches qu'on fait frire dans une pâte légère. La banane courte ou figue-banane, produite par le *Musa Sapientium*, se mange crue; sa chair est délicate, molle, fraîche et n'a besoin d'aucun assaisonnement.

Ces fruits ont malheureusement le défaut de s'altérer rapidement et de ne pouvoir se conserver longtemps; aussi, pour les garder, a-t-on imaginé de les couper en tranches minces et de les faire sécher; ou bien on les râpe et on les presse, puis on les fait cuire dans une poêle, à la façon du manioc. On obtient ainsi une farine dont on peut faire une bouillie agréable et très nourrissante.

Là, ne se bornent pas les bienfaits du bananier; Corenwinder a, en effet, constaté, dans ses recherches chimiques sur les produits des pays tropicaux[2], que l'enveloppe de la banane est très riche en potasse. L'analyse des cendres de ces enveloppes lui a donné les résultats suivants :

Sulfate de potassium	10,895
Chlorure de potassium	10,958
Phosphate de potassium	10,361
Carbonate de potassium	18,400
Sesquioxyde de fer	6,965
Chaux, manganèse, silice, acide phosphorique	12,645
	100,424

Nos colons des régions tropicales ont donc intérêt à accroître l'importance de la culture du bananier; son fruit fournirait, outre l'aliment direct que tout le monde connaît, de grandes proportions de sucre et d'alcool utilisables dans l'industrie; sa pulpe est très nutritive; enfin, son enveloppe donnerait par incinération un salin très riche en potasse[1].

II. — Répartition du bananier à la surface du Globe.

Le bananier peut croître sous toute la zone torride de notre globe; il est répandu sur une large bande allant du 38e degré de latitude nord au 35e degré de latitude sud, et qui comprend tous les pays dans lesquels la température moyenne est de 24 à 27°. Transporté en dehors de ces climats, il végète, mais sans parvenir à la fructification, à moins d'être maintenu en serre et soigné tout spécialement.

Son pays d'origine est l'Inde orientale, qui ne produit de bananes que pour sa consommation; au contraire, la Jamaïque et l'île de Cuba possèdent d'immenses cultures de bananiers qui leur permettent d'exporter de grandes quantités de fruits en Europe, spécialement en Angleterre, et aux Etats-Unis. Parmi les autres lieux moins importants de production de la banane, nous citerons : le Congo, la Guinée française, la région de l'Amérique centrale (Costa-Rica, Nicaragua, Honduras, la Colombie, etc.), toutes les Petites-Antilles, notamment la Guadeloupe, enfin les îles de Java et des Philippines. Ces dernières cultivent particulièrement le *Musa textilis* qui sert à faire des cordages et des toiles grossières, mais dont les fruits ne sont pas comestibles.

III. — Culture du Bananier.

Dans la plupart de nos colonies et principalement aux Antilles, la culture du bananier se recommande par de nombreux avantages. En premier lieu, elle n'entraîne que de minimes frais d'établissement. Les bananiers sont, en effet, utilisés dans les plantations de caféiers et de cacaoyers, qui prennent une extension croissante aux Antilles, pour abriter les jeunes plants pendant les premières années de leur croissance. Les frais de plantation des bananiers se confondent par suite avec les frais de premier établissement de la plantation principale.

Le bananier fructifie, d'autre part, dès la seconde année, tandis que le caféier ne produit qu'au bout de quatre ans, le cacaoyer à la cinquième année seulement. La vente des bananes vient donc, avant

[1] « La banane, disait Bernardin de Saint-Pierre, est bien supérieure au *rima* ou fruit de l'*arbre à pain;* celui-ci, cuit au four, se change en mie et en croûte; le bananier donne sa pâte tout assaisonnée de beurre, de sucre et d'aromates. Le *rima* porte des petits pains, et le bananier de la pâtisserie. »

[2] *Annales agronomiques*, loc. cit.

[1] Un emploi assez original du bananier est celui que font de sa sève les indigènes du Congo ; ces naturels s'en servent comme de liquide savonneux. Nous avons constaté, en effet, dans l'étude que nous avons effectuée de diverses sèves (*Bull. Soc. Chim.*, 3e série, t. XIII, p. 927 et t. XVII, p. 88), que la sève du *Musa paradisica* du Congo renferme des oléates alcalins; la sève du *M. ensete* de nos pays ne nous a rien fourni de semblable. A. H.

même que la plantation n'entre en rapport, procurer à l'exploitant un bénéfice qui amortit, dans une certaine mesure, ses frais généraux.

Enfin, le voisinage des Etats-Unis, où la consommation des bananes a pris depuis quelques années un développement considérable, assurerait aux producteurs de nos Antilles un débouché presque illimité pour l'exportation de leurs fruits.

On cultive principalement deux espèces de bananiers. L'une est dite *Platano;* ses fruits sont consommés en quantités énormes comme nourriture, et les États-Unis en font une farine appelée *banamine*. L'autre espèce est dite *figue banane;* on en emploie plusieurs variétés, parmi lesquelles la plus estimée est la « *Johnson* ».

Le bananier croît, de préférence, dans un terrain abrité, les racines de cette plante étant tout à fait superficielles, ce qui l'expose à être facilement déracinée. Il convient également que le sol soit drainé, afin d'empêcher les eaux pluviales de séjourner dans le sous-sol.

On plante par rejetons ou par tubercules, à la distance de 4 mètres l'un de l'autre, dans des trous de 0m,30 de profondeur. On ne doit laisser pousser aucune autre herbe ou plante entre les rangs, si l'on fait une exploitation spéciale.

On a calculé qu'un terrain produisant 100 kilos de blé donnerait 300 kilos de pommes de terre et 12.000 kilos de bananes. Le point important est d'assurer à date fixe la quantité de fruits nécessaires.

Le bananier met environ seize mois à produire sa première récolte : une fois le régime coupé, le pied est abattu et les rejetons, parmi lesquels on ne garde que les plus vigoureux, produisent l'année suivante.

Une « cavalerie »[1] peut contenir 7.000 bananiers; chaque pied ne produit qu'un régime qui comprend 100 fruits environ et pèse 50 à 60 kilos; on voit parfois des régimes de 300 bananes pesant 120 kilos. Une bananerie bien entretenue peut durer vingt ans sans être replantée; la principale récolte se fait généralement du 1er avril au 30 juin et les régimes recueillis hors de cette saison sont moins estimés. Les plus beaux régimes valent, au port d'embarquement, 25 à 45 centavos, et les régimes inférieurs sont cotés 15 à 20 centavos. On peut, généralement, pour une cavalerie, compter sur un rendement moyen de 2.500 régimes de 1re qualité et 4.500 de 2e qualité.

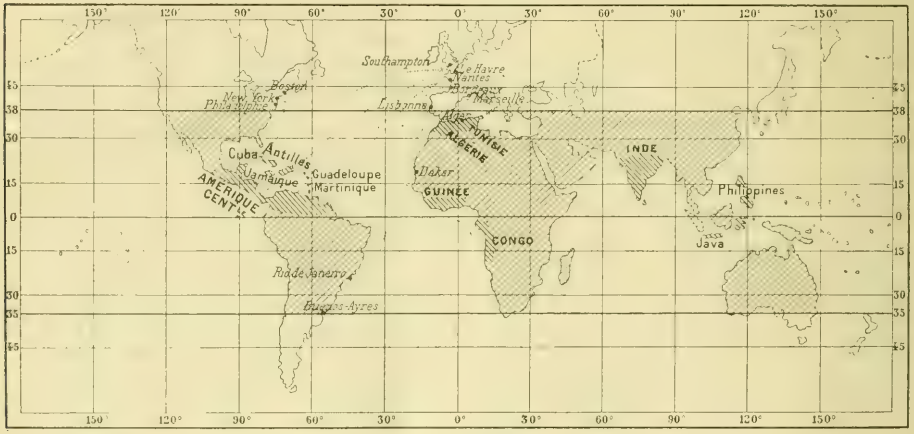


Fig. 1. — *Carte pour suivre la description de la culture et du commerce des Bananes.*

Sur ces données, on peut établir le bilan suivant[2] pour une bananerie d'une surface de trois cavaleries :

Dépenses de premier établissement.

Achat de terrain à 300 pesetas la cavalerie; soit pour les trois cavaleries.	900	pesetas.
Défrichement des trois cavaleries	1.050	—
Creusage des trous, 100 pesetas la cavalerie.	300	—
Plantation, 150 pesetas la cavalerie	450	—
12 sarclages à 10 pesetas la cavalerie . . .	360	—
Total.	3.060	pesetas.

Comme on le voit, dès la seconde année, les frais

[1] La cavalerie, mesure agraire des Antilles, équivaut à 6 ou 7 hectares.

[2] D'après la *Revue Coloniale*.

d'acquisition du terrain et d'établissement de la plantation se trouvent complètement remboursés.

Frais de récolte.

En moyenne, 5 centavos par régime, soit pour 21.000 régimes		1.050 pesetas.
Transport, en moyenne, 2 centavos par régime		420 —
Total		4.530 pesetas.

Recette.

7.500 régimes à 35 centavos en moyenne	2.625 pesetas.	
13.500 régimes à 17 centavos en moyenne	2.295 —	
Total		4.920 pesetas.
Ce qui, pour la première récolte, laisse un bénéfice de		390 pesetas.

Les années suivantes, les débours se réduisent :

Aux frais de sarclage	360 pesetas.	
Aux frais de récolte	1.050 —	
Aux frais de transport	420 —	
Total		1.830 pesetas.
La recette étant la même		4.920 —
Le *bénéfice net* est de		3.090 pesetas.

IV. — Commerce des Bananes.

§ 1. — Statistique.

C'est principalement aux Etats-Unis que s'est développée la consommation des bananes; elle a été poussée à un tel point, chez la population américaine, surtout dans la classe ouvrière, qu'un économiste a été jusqu'à affirmer et, paraît-il, avec juste raison, qu'elle avait fait baisser le chiffre moyen de la consommation du blé par tête d'habitant.

Le tableau suivant fait ressortir la progression de la valeur des bananes importées aux États-Unis de Cuba et des Antilles anglaises pendant les cinq années comprises entre 1889 et 1893.

ANNÉES	DE CUBA	DES ANTILLES ANGLAISES	TOTAL
—	—	—	—
	fr.	fr.	fr.
1889	5.300.000	6.800.000	12.100.000
1890	6.350.000	9.350.000	15.700.000
1891	5.560.000	11.980.000	17.540.000
1892	8.000.000	6.900.000	14.900.000
1893	8.500.000	9.500.000	18.000.000

Les principaux pays producteurs des bananes destinées à l'Amérique septentrionale sont la Jamaïque et Cuba. Il est intéressant de savoir dans quelle proportion les divers pays producteurs concourent à cette importation. Le rapport officiel du gouvernement (The foreign Commerce and Navigation of the United States for 1892-93) nous donne les chiffres suivants :

1. La Jamaïque	34,04 %
2. Cuba	30,60
3. Nicaragua	8,76
4. La Colombie	8,73
5. Le Honduras	7,83 %
6. Les îles Hawaï	2,37
7. Honduras anglais	1,90
8. Costa-Rica	1,77
9. Divers	4,00

Les principales villes des Etats-Unis qui reçoivent les exportations des bananes sont : New-York, la Nouvelle-Orléans, Philadelphie et Boston. Voici d'ailleurs la répartition des bananes exportées aux Etats-Unis en 1893 et dont le total s'est monté à 27 millions et demi de francs :

1. New-York	29,10 %
2. La Nouvelle-Orléans	26,54
3. Philadelphie	16,25
4. Boston	15,20
5. Baltimore	6,25
6. San-Francisco	2,81
7. Mobile	1,90
8. Savanah	1,86

Nous terminerons cette statistique un peu aride par quelques chiffres concernant spécialement le port de Philadelphie et relatant les valeurs des bananes importées de 1887 à 1893, avec désignation des pays d'origine [1] :

1887	La Jamaïque	500.000 fr.	924.000 fr.
	Nicaragua	395.000 »	
	Costa-Rica	29.000 »	
1888	La Jamaïque	2.320.000 »	2.386.000 »
	Colombia	43.000 »	
	Nicaragua	23.000 »	
1889	La Jamaïque	1.127.000 »	1.706.000 »
	Nicaragua	320.000 »	
	Cuba	153.000 »	
	Colombie	98.000 »	
	Saint-Domingue	8.000 »	
1890	La Jamaïque	2.810.000 »	4.100.000 »
	Nicaragua	491.000 »	
	Colombie	370.000 »	
	Cuba	175.000 »	
	Honduras anglais	30.000 »	
	Guatemala	70.000 »	
	Costa-Rica	52.000 »	
	Haïti	42.000 »	
1891	La Jamaïque	1.212.000 »	2.940.000 »
	Nicaragua	807.000 »	
	Colombie	428.000 »	
	Cuba	395.000 »	
	Honduras	71.000 »	
	Honduras anglais	27.000 »	
1892	La Jamaïque	2.365.000 »	4.109.000 »
	Cuba	1.512.000 »	
	Colombie	215.000 »	
	Costa-Rica	17.000 »	
1893	Cuba	2.144.000 »	4.177.000 »
	La Jamaïque	2.033.000 »	

Comme l'importation au port de Philadelphie représente seulement, d'après les chiffres officiels, 16,25 % de l'importation totale, on peut juger de l'importance du marché qui s'offre à nos colonies de la Guadeloupe et de la Martinique.

[1] Les éléments de ce tableau sont extraits du *Board of Trade* de Philadelphie.

§ 2. — **Conditions du commerce des bananes.**

La banane la plus estimée aux Etats-Unis est la variété « Johnson », dont l'introduction dans ce pays date de peu d'années; mais on cultive aux Antilles beaucoup d'autres espèces, car on en exporte plus de 40 variétés.

Les régimes de bananes se vendent en gros à raison de 5 fr. 18 par régime de neuf branches et de 2 fr. 07 par régime de six branches.

Les régimes se cueillent quand ils sont encore verts; cette précaution est indispensable en raison des chocs que les bananes ont à subir pendant le transport; les fruits, à l'arrivée aux pays d'importation, sont mis dans des magasins ou des caves, mûris et jaunis au gaz et livrés alors à la consommation. Ils sont évidemment moins savoureux que s'ils étaient laissés sur les arbres jusqu'à maturité; mais alors ils ne seraient plus maniables, ni transportables. La cueillette en vert est une condition *sine qua non*. Chaque régime est emballé, comme dans une serviette, dans les longues et larges feuilles du bananier.

Nous avons déjà signalé plus haut le peu de résistance que la banane offre à la conservation. Il convient donc que le transport soit aussi rapide que possible pour éviter un trop grand déchet.

Dans les Antilles, le transport des bananes depuis la plantation jusqu'à la côte se fait au moyen de charrettes traînées par des bœufs. Dans les ports d'exportation, des navires à vapeur sont consacrés spécialement au chargement des régimes; ces navires sont généralement affrétés par de gros commissionnaires des grandes villes des Etats-Unis, et peuvent embarquer de 15 à 20.000 régimes. Les bananes sont encore apportées dans les ports américains en profitant de la location à forfait des compartiments sur les steamers des lignes régulières, l'Atlas Line, l'Earn Line et autres lignes similaires. L'affrètement d'un steamer fruitier revient, tout compris, à environ 100 dollars (518 fr.) par jour. La durée du voyage aller et retour est d'à peu près 15 jours. La moyenne du coût du fret est donc approximativement de 10 cents (50 centimes) par régime. Pour le transport, il faut que la cale soit munie d'une bonne ventilation; le déchargement se fait avec soin; on sépare les régimes avariés, dont la proportion monte parfois à 15 %. Le reste est emmagasiné jusqu'à livraison au commerce.

V. — Conclusions.

La culture du bananier réunissant ces deux conditions de succès, exploitation rémunératrice et débouchés considérables, il serait à désirer qu'elle se répandît dans toutes les Antilles françaises, d'où les bananes auraient un écoulement tout préparé aux Etats-Unis, et qu'elle prît plus d'importance dans nos autres colonies sous un climat favorable au développement des fruits. Ces fruits, en effet, qui, en ce moment, n'ont guère qu'une utilisation comestible directe, pourraient faire une redoutable concurrence à la canne à sucre en raison de la quantité de saccharose qu'ils contiennent. L'extraction du sucre et la fabrication des eaux-de-vie seraient probablement annexées d'une façon avantageuse à l'industrie bananière. Le Rapport du consul de France à Costa-Rica, sur la campagne bananière en 1894, citait plusieurs distillateurs du pays qui fabriquaient, sur une échelle nécessairement fort restreinte, une eau-de-vie préparée avec le jus extrait de la banane. Cette eau-de-vie est, paraît-il, fort appréciée et considérée comme supérieure aux boissons spiritueuses sorties de l'usine monopole du Gouvernement et distillées avec le jus de la canne.

Nous avons également signalé la possibilité d'obtenir par la combustion des enveloppes de bananes un salin très riche en potasse.

Il convient donc d'apporter des encouragements à l'exploitation de ce fruit pour provoquer son extension. Certains gouvernements l'ont déjà bien compris. C'est ainsi qu'à Costa-Rica on a mis à l'étude la création de nouvelles voies ferrées économiques dans la région bananière. En France, un décret du 22 août 1896 a décidé que les bananes originaires de la Guinée française seraient exemptes de tout droit à leur entrée dans la métropole, en quantités déterminées chaque année par décret. Enfin, en 1895, M. Cicéron, rapporteur de la Commission financière du Conseil général de la Guadeloupe, insistait longuement sur l'avantage qu'il y aurait à propager dans cette île la culture du bananier et proposait de voter une certaine somme affectée à l'achat et à l'introduction de plants.

Ces plants seraient cédés aux agriculteurs moyennant remboursement, par eux effectué à la colonie, de moitié du prix de revient. Dans ces conditions, la Guadeloupe, en moins de trois ans, pourrait produire des quantités de bananes telles que les steamers américains n'hésiteraient pas à venir s'y approvisionner. Il y a lieu, pensons-nous, de persévérer dans une telle voie; le concours des Pouvoirs publics, dans la mesure du possible, serait utile pour éviter les tâtonnements du début et faire prospérer, dans nos Colonies, une culture qui tendrait à accroître leur richesse et contribuerait à soutenir le rang qu'elles doivent occuper parmi leurs rivales.

A. Hébert,
Ex-chimiste
de l'École Nationale d'Agriculture de Grignon.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Föppl (A.), *Professeur de Mécanique à l'École technique supérieure de Munich.* — **Die Geometrie der Wirbelfelder.** — *1 vol. in-8° de 108 pages. (Prix : 4 fr. 50.) B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig,* 1897.

Cet ouvrage vient compléter le traité, paru en 1894, dans lequel M. Föppl exposa d'une manière élémentaire la théorie de l'électricité d'après Maxwell. Il contient l'exposé d'une théorie des fonctions vectorielles et des champs qui s'y rattachent.

La notion importante de champ physique, d'après Faraday et Maxwell, est envisagée à un point de vue tout à fait général, indépendamment de toute hypothèse sur l'état physique des points. L'auteur répartit les champs suivant leurs propriétés géométriques; les champs de tourbillons font l'objet d'une étude très approfondie. L'expression qui sert de définition au tourbillon correspond, à un facteur constant près, à celle qu'emploie Helmholtz dans ses travaux sur l'hydrodynamique; mais elle a l'avantage d'être plus générale.

Le théorème de Stokes, dont Maxwell fait un usage fréquent, joue un rôle fondamental dans cet examen des propriétés géométriques des fonctions vectorielles.

H. Fehr,
Privat-docent de l'Université de Genève.

Autonne (Léon), *Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lyon.* — **Sur les pôles des fonctions uniformes à deux variables indépendantes.** — *1 brochure de 36 pages. Extrait des Rendiconti del Circolo matematico di Palermo, tome X. Palerme,* 1897.

Dans l'étude des fonctions uniformes à plusieurs variables indépendantes, la détermination de la fonction dans le voisinage d'un pôle donne lieu à des recherches très délicates. M. Autonne, après avoir posé le problème d'une manière générale, examine, dans son mémoire, le cas de deux variables indépendantes. A cet effet, il établit, pour les racines de l'équation fondamentale, une répartition en *cycles* entièrement analogue à celle dont fait usage Halphen dans sa théorie des courbes algébriques. Les *équations algéboïdes*, selon la dénomination adoptée par M. Poincaré, donnent lieu à une décomposition en facteurs qui joue un rôle important dans ce travail. M. Autonne aborde ensuite l'étude des *courbes fondamentales* et termine son Mémoire en appliquant les résultats obtenus à la substitution de Crémona.

H. Fehr.

Ferraud (A.), *Aide-astronome à l'Observatoire de Bordeaux.* — **Sur la valeur approchée des coefficients d'ordre élevé dans les développements en série.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *1 vol. in-4° de 204 pages. Gauthier-Vilars et fils, éditeurs. Paris,* 1897.

Les coefficients du développement de la fonction perturbatrice, effectué d'après la méthode ordinaire, se présentent sous forme de séries ordonnées suivant les puissances des excentricités et du sinus carré de la demi-inclinaison des orbites. Ces séries sont absolument convergentes (sauf dans quelques cas très particuliers); néanmoins leur emploi dans les applications devient très difficile et parfois impraticable dès que les coefficients à évaluer sont d'ordre assez élevé, parce que leurs termes contiennent alors de grands facteurs et ne décroissent qu'à partir d'un rang très éloigné. Aussi faut-il, dans bien des cas, renoncer à obtenir l'expression analytique, entièrement explicite, des coefficients des inégalités d'ordre élevé et se contenter de chercher leur valeur numérique en suivant une voie tracée par Cauchy.

Toute détermination de ce genre représente un énorme travail; il y a par conséquent intérêt à faire un choix parmi les inégalités dont il s'agit, de manière à rejeter, *a priori*, celles dont les coefficients sont insensibles. Le développement approché de la fonction perturbatrice, introduit récemment en Mécanique céleste par M. Poincaré, pour démontrer que les équations différentielles du mouvement des planètes ne possèdent, en dehors des intégrales connues, aucune nouvelle intégrale uniforme, répond à cet objet.

La question, malheureusement, présente des difficultés analytiques considérables et n'a pu jusqu'ici être étudiée à fond que dans des cas particuliers. Chaque nouvelle tentative pour faire faire un pas en avant à la solution de ce problème difficile présente donc un vif intérêt. C'est à ce titre que la thèse de M. Ferraud mérite surtout d'appeler l'attention.

M. Poincaré a ramené la solution du problème, envisagé en général, à l'application d'un théorème de M. Flamme, concernant la méthode de M. Darboux sur l'approximation des fonctions de grands nombres. Mais il faut, au préalable, déterminer, parmi les points singuliers d'une certaine fonction $\Phi(z)$, quel est le plus rapproché de l'origine; c'est là que gît la difficulté. Ces points singuliers vérifient des équations algébriques qui contiennent des racines étrangères à la question (points singuliers inadmissibles) et la distinction ne peut se faire que par des considérations très délicates.

La fonction $\Phi(z)$ est définie par une intégrale de la forme $\int f(z,t)\,dt$, prise le long d'un contour tracé sur la surface de Riemann correspondant à la relation $f(z,t)=o$. Les véritables points singuliers de $\Phi(z)$ sont les valeurs de z pour lesquelles deux points singuliers de $f(z,t)$ en tant que fonction de t, l'un intérieur, l'autre extérieur au contour d'intégration primitif, viennent à se rencontrer sur un même feuillet de Riemann.

Après être revenu, dans la première partie de sa thèse, sur les résultats obtenus par M. Flamme, M. Ferraud modifie le changement de variable imaginé par M. Poincaré, pour rendre la méthode de M. Darboux applicable à la détermination approchée des coefficients éloignés dans le développement, en série entière, des fonctions de deux variables :

$$\varphi(x, y) = \Sigma A x^m y^n.$$

M. Ferraud discute en détail le cas où la fonction $\varphi(x,y)$ est le quotient de deux polynomes entiers. Il examine ensuite quelques cas particuliers du développement approché de la fonction perturbatrice traités par d'autres méthodes (deux orbites circulaires avec une inclinaison quelconque; deux orbites situées dans le même plan, l'une circulaire, l'autre elliptique) et retrouve les résultats connus.

Le rôle des discussions est, comme nous le disions plus haut, de suivre les points singuliers de $f(z,t)$ sur une surface de Riemann. L'auteur est conduit à des surfaces de Riemann qui tantôt coïncident avec celles que l'on rencontre en adoptant les notations de M. Poincaré, tantôt en diffèrent. Cette dernière circonstance se présente dans la quatrième partie de la thèse.

Ce travail témoigne éloquemment des connaissances analytiques de M. Ferraud. Il est à souhaiter qu'il continue à s'occuper de ces recherches importantes et arrive, pour le plus grand bien de l'Astronomie, à généraliser ses résultats.

Maurice Hamy,
Astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris.

2° Sciences physiques

Angot (Alfred), *Météorologiste titulaire au Bureau central météorologique de France.* — **Les Aurores polaires.** — *1 vol. in-8° de 318 pages avec fig. (Prix : relié, 6 fr.) (Bibliothèque scientifique internationale). F. Alcan, éditeur. Paris*, 1897.

M. Angot vient de publier, dans la Bibliothèque scientifique Internationale, un livre sur les aurores polaires où il a présenté, sous une forme facile à lire, bien que très substantielle, le résumé de nos connaissances sur ces curieux phénomènes.

L'aurole boréale était déjà connue des Grecs et des Romains, mais les Anciens la confondaient souvent avec les comètes; au Moyen-Age, elle a suscité des terreurs superstitieuses jusqu'à la fin du XVIIe siècle. C'est à la suite des observations de Gassendi, de Cassini, de Rœmer, etc., que le phénomène fut considéré scientifiquement. C'est Gassendi qui, en 1621, employa le premier le nom d'aurole boréale; en 1745, Antonio de Ulloa, doublant le cap Horn, vit les aurores australes; on les connaissait au Chili dès 1640.

Les aurores polaires se montrent sous six formes différentes : lueurs faibles sans forme bien définie; lueurs plus nettes, assemblées en taches ou groupes ayant l'aspect de nuages; arcs bien limités, qui s'appuient sur l'horizon par leurs deux extrémités. Ces trois subdivisions sont des manifestations calmes. D'autres sont agitées et douées de mouvements rapides; on peut en distinguer trois sortes : Arcs non homogènes à éclat variable, avec projections de rayons; rayons isolés paraissant converger vers un point du ciel (on voit souvent autour de ce point une sorte de couronne); bandes non homogènes formées de rayons n'ayant pas tous le même éclat.

L'auteur décrit avec soin ces différents types, avec de nombreuses observations et des figures à l'appui.

La couleur des aurores polaires est généralement le jaune, puis le rouge carminé. Les aurores les plus riches en couleur sont celles où dominent les rayons à mouvements rapides, comme les arcs radiés, les couronnes, les guirlandes et les draperies. La couleur verte se montre quelquefois, le bleu et le violet sont extrêmement rares. L'intensité de la lumière émise par les aurores est très faible; pendant une des plus brillantes aurores observées par Bravais, on pouvait à peine lire de petits caractères d'imprimerie.

Il a été impossible, jusqu'à présent, de fixer le phénomène sur une plaque photographique. M. Angot pense que les procédés orthochromatiques actuels donneraient peut-être un meilleur résultat. La lumière émise par les aurores ne présente aucune trace de polarisation. Le spectre de ces lueurs a été étudié pour la première fois par Angstrœm, en 1866; c'est essentiellement un spectre de raies; la lumière de l'aurore provient donc d'une source lumineuse à l'état gazeux. Avec un petit spectroscope, le spectre se réduit à une ligne jaune, située entre les deux raies D et E du spectre solaire. Avec un instrument très dispersif, on peut compter treize ou quatorze lignes lumineuses occupant un peu toutes les régions du spectre.

Les peuples du Nord prétendent que l'aurore polaire est accompagnée d'un bruit particulier; les observations sont peu certaines à cet égard.

Le phénomène s'étend quelquefois à une très grande distance des pôles. La hauteur des aurores polaires varie dans de très grandes limites; nous ne citerons, parmi les nombreuses observations relatées par M. Angot, que des mesures faites par M. Paulsen, à Godthab, où les hauteurs extrêmes furent limitées entre 0 kilom. 6 et 67 kilom. 8.

Les aurores ont une périodicité diurne, annuelle et séculaire. L'heure du maximum diurne a lieu dans la première moitié de la nuit. En général, la variation diurne ne présente qu'un seul maximum bien net; toutefois, des observations faites au Spitzberg, par Palander et Wijkander, ont donné deux maxima, l'un à 10 h. 30 du soir, l'autre à 4 h. 30 du matin, séparés par un minimum à 1 h. 30 du matin; un autre minimum très important avait lieu à midi et demi.

Pour la période annuelle, il y a deux maxima qui se produisent en automne et au printemps et deux minima en hiver et en été.

La périodicité des aurores polaires paraît être en relation avec les taches du soleil : on leur connaît une période d'un peu plus de onze ans, et une de cinquante-cinq ans et demi; on en a signalé d'autres, mais elles sont fort douteuses.

Dans les mers polaires, qui se trouvent alternativement gelées en hiver et libres en été, les aurores semblent descendre et remonter en même temps que la limite des glaces.

Il existe une grande ressemblance entre certaines formes nuageuses, telles que les *cirro-stratus*, les *cirro-cumulus* et l'aspect des aurores polaires, particulièrement lorsque ces nuages affectent la forme de bandes; il semble y avoir une relation étroite entre les aurores et la présence de certains de ces nuages que l'on voit très souvent au jour à la place qu'occupait le phénomène. L'analogie de ces formes nuageuses avec l'aspect des aurores est souvent telle que de nombreux observateurs n'hésitent pas à conclure que la production de l'aurore dépend de la présence de ces nuages.

On a aperçu rarement des feux de Saint-Elme aux sommets des mâts de navire pendant des aurores. M. Andrée a trouvé qu'avant l'apparition du phénomène, le potentiel électrique positif de l'air diminue brusquement et devient même négatif. Dès que l'aurore apparaît, le potentiel reprend une valeur positive élevée. Dans ce chapitre de la relation des aurores avec l'électricité, M. Angot cite les expériences bien connues de M. Lemstrœm sur les tentatives de reproduction artificielle de l'aurore boréale : au-dessus des armatures métalliques hérissées de pointes de l'appareil, on aperçut à diverses reprises des phénomènes lumineux sous forme de lueurs diffuses, d'autres fois, mais rarement, sous forme de rayons qui semblaient s'élancer du réseau de pointes vers le ciel. Malheureusement ces expériences n'ont réussi qu'entre les mains de M. Lemstrœm; de nouvelles expériences seraient nécessaires.

Les aurores boréales en formes d'arcs sont généralement orientées de telle sorte que leur sommet soit voisin du pôle magnétique. Les rayons sont à peu près parallèles à l'aiguille d'inclinaison et le point de concours apparent de ces rayons dans le ciel semble être voisin du zénith magnétique, c'est-à-dire du point où la direction de l'aiguille d'inclinaison rencontre la voûte céleste. La force qui dirige les aurores paraît donc être la même que celle à laquelle obéit l'aiguille aimantée.

Les aurores boréales sont toujours accompagnées, dans nos régions, de perturbations magnétiques plus ou moins violentes; dans les régions arctiques, au contraire, il arrive souvent qu'on n'observe aucun trouble. Il paraît impossible à l'auteur de voir dans les aurores boréales la cause des perturbations magnétiques. Il pense que ce sont plutôt ces dernières, ou bien les courants terrestres, qui déterminent la production d'une partie au moins des aurores polaires. On a observé, bien des fois, durant des aurores, la production de courants électriques intenses dans les lignes télégraphiques; la présence de ces courants est en relation directe avec les perturbations magnétiques et il est probable que, dans ces perturbations, les courants telluriques sont le phénomène principal qui détermine à son tour la production des aurores polaires, au moins des grandes aurores.

Parmi les théories cosmiques des aurores polaires, il faut citer celle de Mairan : les aurores se produiraient quand la terre vient rencontrer la lumière zodiacale; la matière de cette lumière, cédant alors à l'attraction de notre globe, tomberait dans notre atmosphère et s'y enflammerait. Dans les théories optiques des aurores polaires, on a émis l'hypothèse de la lumière solaire

réfléchie vers nous par des particules solides en suspension dans l'air; mais il ne faut pas oublier que l'absence complète de polarisation de la lumière des aurores et l'examen spectroscopique détruisent cette manière de voir. La phosphorescence ou la fluorescence joue un certain rôle, mais il est accessoire, il serait dû à une condition particulière du passage dans l'air des décharges électriques qui constituent les aurores polaires. La théorie dite magnétique du phénomène est beaucoup plus satisfaisante que les précédentes. Dans cette théorie, les aurores seraient dues à des particules ferrugineuses flottant dans l'atmosphère, mais cette thèse soulève plusieurs objections de grande valeur qui la font rejeter par l'auteur.

Parmi les théories électriques, M. Angot passe en revue les travaux de Dove, de de La Rive, de Lemstrœm, etc. Nous nous arrêterons sur celle de M. Edlund. Cet auteur prend pour point de départ les phénomènes dits d'*induction unipolaire*, découverts par W. Weber. On désigne sous ce nom des courants qui prennent naissance dans chaque moitié d'un manchon métallique enveloppant un aimant, quand on fait tourner rapidement le manchon autour de l'aimant. On sait qu'on peut expliquer les phénomènes généraux du magnétisme terrestre en supposant que la terre contient dans son intérieur un aimant à deux pôles. La terre étant un corps bon conducteur de l'électricité et animé d'un mouvement de rotation, devient donc assimilable au manchon dont nous parlions plus haut, et par suite les phénomènes d'induction unipolaire doivent s'y produire.

En supposant, pour simplifier, que l'axe de l'aimant terrestre coïncide avec l'axe de rotation de la terre, M. Edlund a montré qu'une molécule électrisée positivement, prise à la surface de la terre, est soumise à deux forces : l'une verticale de bas en haut qui tend à chasser cette molécule dans l'air, l'autre, perpendiculaire à la première, dirigée dans le méridien et qui, dans chaque hémisphère, tend à rapprocher cette molécule du pôle le plus voisin. La première force est maximum à l'équateur et nulle aux pôles; la deuxième, au contraire, est nulle à l'équateur, augmente avec la latitude, puis diminue et redevient nulle au pôle. La résultante de ces deux forces est, en chaque point de la terre, située dans le méridien et perpendiculaire à la direction de l'aiguille d'inclinaison.

Sous l'influence de ces actions, les molécules électrisées quittent la surface du sol pour s'élever très haut dans l'atmosphère des régions équatoriales où elles rencontrent des couches offrant peu de résistance qui leur permettent de s'écouler vers les régions polaires.

Pour redescendre vers le sol, cette électricité a deux moyens : ou bien les décharges disruptives à travers l'atmosphère, ce sont les orages ordinaires; ou bien les décharges lentes sous forme de courants continus qui se produisent dans les latitudes élevées, ce sont les aurores polaires. L'axe qui relie les pôles de l'aimant terrestre ne coïncide pas avec celui de la terre; cela ne modifie pas les conclusions générales. En faisant intervenir la position véritable du pôle magnétique, on trouve que la force tangentielle est nulle en réalité non plus au pôle géographique ni au pôle magnétique, mais en un point situé entre les deux, sur le méridien qui les réunit. La zone annulaire où se produisent généralement les aurores n'est plus alors un cercle centré sur le pôle de la terre, mais prend une forme ovale et coupe le méridien, passant par le pôle magnétique, à une latitude beaucoup plus basse du côté de l'Amérique que du côté opposé. C'est là un accord des plus remarquables avec les résultats qu'a fournis l'observation sur la forme et la position de la zone du maximum de fréquence des aurores boréales.

En terminant, l'auteur recommande l'étude spectroscopique de la lumière des aurores, car, en examinant dans les laboratoires les spectres de l'étincelle électrique dans les gaz, on n'est pas encore parvenu à retrouver toutes les raies de l'aurore, notamment la principale, celle qui est le plus caractéristique du phénomène. Il y aurait donc lieu de reprendre ces études, en faisant varier de toutes les façons les conditions de l'expérience.

On trouvera à la fin du volume un appendice contenant un catalogue de toutes les aurores boréales observées depuis 1700 jusqu'en 1890, au-dessous de 55° de latitude. G. R.

Béhal (A.), *Professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.* — **Traité de Chimie organique d'après les théories modernes.** — *Tome II.* 1 *vol. in-8° de* 1056 *pages.* (*Prix des tomes I et II :* 32 *fr.*) *Octave Doin, éditeur. Paris*, 1897.

Si, dans l'état actuel de la Science, il n'est pas toujours aisé de donner un aperçu systématique de la partie de la Chimie organique appelée communément *série grasse* ou *série acyclique*, les difficultés qui se présentent pour traiter la *série cyclique* sont bien plus nombreuses.

Comme pour la première partie, M. Béhal s'est très heureusement acquitté de la tâche énorme qu'il s'est imposée, et il nous expose les matériaux qui constituent la seconde moitié de son œuvre, avec tous les développements que comportent la nature et l'étendue du traité qu'il avait en vue.

Après une très brève introduction et sans s'attarder à des considérations métaphysiques sur les théories émises, sur les formules proposées pour traduire schématiquement la constitution de la benzine, l'auteur adopte la formule de Kékulé, passe ensuite à la démonstration expérimentale de l'équivalence des six atomes d'hydrogène du benzène et à celle des dérivés bisubstitués ortho, méta et para. Ces préliminaires achevés, il aborde l'étude des carbures benzéniques, qu'il divise en les différents groupes connus. Cette étude est suivie de celle des dérivés substitués halogénés et nitrés, puis de celle des fonctions phénol, amine, azoïque, etc., greffées sur le noyau. A ce chapitre succède celui qui est consacré aux fonctions grasses simples dérivées des chaînes hydrocarbonées latérales : alcools, aldéhydes, cétones, acides aromatiques, etc... Viennent ensuite les corps renfermant à la fois des fonctions dépendant du noyau et des chaînes latérales : alcools phénols, aldéhydes phénols, etc.

Dans un chapitre spécial, l'auteur aborde les noyaux saturés d'hydrogène, les cyclanes avec tous leurs dérivés, puis les terpènes. La description de ces composés aurait, à notre avis, gagné à être faite avant celle des dérivés benzéniques eux-mêmes. On peut en effet les considérer, dans une certaine mesure, comme des termes de passage entre la série grasse et la série aromatique proprement dite. D'autre part, ils eussent formé, avec les carbures benzéniques, une série isologue parallèle à celle des carbures de la chimie aliphatique. Il est vrai qu'en adoptant cette méthode d'exposition, on aurait rompu avec l'usage qui veut qu'en tête de la série cyclique on place les carbures benzéniques. Il ne nous déplairait cependant pas de voir introduire cette innovation.

La cinquième partie de l'ouvrage est consacrée aux corps à chaînes fermées hétérogènes, c'est-à-dire aux composés dont la chaîne renferme comme mailles un ou plusieurs atomes d'éléments autres que le carbone. C'est dans ce chapitre que sont décrits les corps si intéressants, et dont beaucoup sont de date récente, qui renferment comme mailles outre le carbone, un, deux, trois et quatre atomes d'azote. Le nombre est actuellement déjà si considérable, qu'il nous permettra bientôt de faire, en quelque sorte, une chimie de l'azote comme il y a une chimie du carbone.

L'ouvrage, qui n'a pas moins de 1000 pages, se termine par la description des alcaloïdes, des glucosides et des matières colorantes naturelles, de constitution peu connue.

Par le choix judicieux des faits décrits, par la clarté de l'exposition, ce volume forme le digne pendant de

celui déjà publié. Dans son ensemble, l'œuvre donne une image fidèle de l'état actuel de la Chimie organique et peut servir de guide à tous ceux qui désirent s'initier graduellement à cette science. A. Haller,
Correspondant de l'Académie des Sciences,
Directeur de l'Institut chimique de Nancy.

3° Sciences naturelles

Laborde (J.), *Préparateur à la Station agronomique de Bordeaux.* — **Recherches physiologiques sur une moisissure nouvelle, l'Eurotiopsis Gayoni.** (*Thèse de Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *vol. in-4° de* 120 *pages.* G. *Gounouilhou,* 11, *rue Guirande. Bordeaux,* 1897.

On doit aux beaux travaux de Pasteur, Van Tieghem, Raulin, Duclaux, Gayon, et à ceux plus récents de Laurent, Fernbach, d'avoir éclairé le biologiste sur les phénomènes de la nutrition chez les organismes inférieurs. Cependant, comme le fait remarquer M. Laborde, nos connaissances générales ne sont pas encore établies sur des bases bien solides : les recherches ont porté sur des espèces très diverses, et chaque étude a révélé d'intéressantes propriétés de la matière vivante, mais de quelle généralité sont celles-ci ?

L'auteur du présent travail entame cette grave question. De longues et patientes observations sur un organisme tout à fait nouveau viennent précisément confirmer les conclusions de ses prédécesseurs, et d'ailleurs lui en suggérer de nouvelles.

L'objet de ce savant mémoire est un champignon Ascomycète, découvert par M. Laborde, qui propose le nom d'*Eurotiopsis Gayoni*. M. J. Costantin l'a décrit dans le *Bulletin de la Société Botanique de France;* les principaux caractères de la plante sont rappelés ici; on en connaît deux formes reproductrices, l'une conidienne, l'autre parfaite.

M. Laborde l'a cultivé en lui offrant les aliments les plus variés et voici les résultats obtenus. L'*Eurotiopsis* se développe très bien sur le liquide Raulin, comme l'*Aspergillus niger*. Mais dans la nutrition hydrocarbonée, il diffère de cette moisissure : ainsi, l'*Aspergillus* utilise la glycérine, la mannite, le lactose à l'état adulte seulement; l'*Eurotiopsis*, au contraire, les consomme pour la germination des spores; le saccharose convient au premier, le second ne s'en nourrit pas.

L'assimilation de certains éléments nécessite des transformations diastasiques préalables. L'auteur nous expose tout ce que l'on sait déjà sur ces phénomènes, qui se manifestent également ici. Pour la plupart des éléments considérés, nous observons les faits connus; mais le cas du lactose est un exemple nouveau de transformation. De plus en plus, nous voyons combien il est pénible d'admettre qu'il y ait une diastase pour chaque élément indirectement assimilable et utilisé par la plante, tellement est considérable le nombre de ceux-ci. Il faut, avec M. Bourquelot, attribuer les phénomènes diastasiques à « la mise en jeu d'une force d'ordre physique plutôt que chimique, emmagasinée par des substances de nature peut-être très variée, élaborées pendant la vie des cellules, et conservant comme un résidu de l'activité vitale de ces dernières ».

On sait que, dans la nutrition hydrocarbonée de l'*Aspergillus niger*, il se forme de l'acide oxalique comme produit intermédiaire de la combustion, surtout quand l'oxygène fait défaut. Jamais ceci ne se présente avec l'*Eurotiopsis*. M. Laborde a placé la moisissure dans des conditions de vie gênée par la température ou le manque d'oxygène; l'*Eurotiopsis* produit alors de l'alcool, mais en plus grande quantité que les formes levures connues (Saccharomyces, certains Mucors), et, fait remarquable, sa constitution morphologique ne se modifie pas beaucoup. Enfin, en présence d'aliments albuminoïdes, l'*Eurotiopsis* développe un pigment rouge intense.

Tels sont les grands traits de ce travail; il répond largement au but que l'auteur s'était proposé.
Julien Ray,
Docteur ès sciences.

4° Sciences médicales

Lorenz (A.), *Professeur à l'Université de Vienne.* — **Pathologie et Traitement de la Luxation congénitale de la Hanche.** (*Traduit par* M. J. Cottet, *avec une préface de* M. le Dr Brun.) — 1 *vol. in-8° de* 360 *pages.* (*Prix :* 8 *fr.*) *G. Carré et C. Naud, éditeurs. Paris,* 1897.

La question de la réduction sanglante de la luxation congénitale de la hanche est une de celles qui ont le plus passionné dans ces derniers temps le monde des chirurgiens d'enfants. Une importante discussion à la Société de Chirurgie, plusieurs travaux ou mémoires de date récente, parmi lesquels il convient de citer tout particulièrement la thèse de Delanglade, démontrent assez l'importance qu'on attache actuellement à la solution du problème complexe que comporte le traitement de cette difformité de naissance. Le moment était donc favorable pour publier la traduction du livre de Lorenz, qui fut longtemps le partisan convaincu de la méthode sanglante, dont il avait renouvelé et précisé la technique et pour laquelle il avait créé une instrumentation ingénieuse. Il faut savoir gré à M. Cottet d'avoir entrepris cette tâche et de l'avoir accomplie avec conscience et clarté.

Le livre du professeur Lorenz se divise virtuellement en deux parties. Une première est consacrée à l'anatomie pathologique, à la symptomatologie, à l'étiologie et au diagnostic de la luxation congénitale; la seconde se rapporte au traitement.

De la première partie se dégage une notion capitale : les déformations du cotyle, les déviations de la tête fémorale sont les éléments principaux de la luxation; les modifications de l'appareil musculaire, spécialement du groupe pelvi-trochantérien, sont subordonnées aux lésions précédentes et, dans aucuns cas, ne sont telles qu'elles puissent faire obstacle à la réduction. La conclusion thérapeutique, développée dans la seconde partie, est qu'il faut donc s'adresser exclusivement aux lésions osseuses et respecter les muscles, l'extension devant suffire à vaincre l'obstacle qu'ils pourraient opposer à la réintégration de la tête dans le néocotyle. C'est en effet de l'intégrité de l'appareil musculaire que dépendent dans l'avenir la solidité et le bon fonctionnement de la jointure reconstituée. Aussi pour éviter toute section inopportune, doit-on aborder la jointure non par l'incision postérieure de Hoffa, mais par la partie antérieure en passant entre le tenseur du *fascia lata* et le moyen fessier. Cette méthode a pour elle une très grande simplicité d'exécution et permet en outre un drainage facile de l'article, condition essentielle de succès.

Les résultats ainsi obtenus sont les meilleurs de ceux que donne la réduction sanglante. Est-il possible d'avoir par le traitement orthopédique des succès comparables ? C'est là un point qui n'est que sommairement examiné dans ce livre de Lorenz, qui a déjà le tort d'être vieux de quatre ans. Depuis, le professeur de Vienne a reconnu qu'une plus large part pouvait être faite aux procédés non sanglants. Jusqu'à l'âge de quatre ans, il proscrit actuellement le bistouri, et après cet âge ne le prend-il qu'après l'échec bien démontré de la réduction non sanglante suivie de l'application d'un appareil plâtré avec lequel les enfants peuvent marcher et creuser ainsi eux-mêmes leur cotyle. Tel est actuellement l'état de la question. En tous cas, si l'on doit intervenir, on trouvera dans le livre de Lorenz les éléments d'une technique sûre, à laquelle il n'y aura lieu d'apporter que bien peu de modifications. Dr Gabriel Maurange.

De Rothschild (H.), *ancien moniteur d'accouchement à la Charité.* — **Quelques observations sur l'alimentation des nouveau-nés et de l'emploi raisonné du lait stérilisé.** — 1 *vol. in-8° de* 152 *pages.* (*Prix :* 3 *fr.*) *O. Doin, éditeur. Paris,* 1897.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 Octobre 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. J. **Guillaume** communique ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner) pendant le second trimestre de 1897. La surface totale des taches a diminué de plus de moitié; la surface des facules n'a presque pas varié. — M. E. **Jahnke** indique le mode de formation de nouveaux systèmes orthogonaux qui comprennent les relations différentielles qui existent entre les fonctions thêta de deux arguments. — M. Alf. **Guldberg** donne les traits essentiels d'une théorie des congruences différentielles linéaires, qu'il obtient par une généralisation de la théorie des congruences ordinaires. — M. Ch. **Frémont** communique une nouvelle méthode d'essai des métaux; elle s'effectue sur des éprouvettes de forme prismatique et de dimensions constantes. La ductilité s'évalue par le pliage enregistré; la ténacité est donnée par le diagramme de cisaillement; la fragilité est donnée par la mesure du choc enregistré par différence.

2° Sciences physiques. — M. G. **Le Cadet** a étudié la variation normale du champ électrique avec la hauteur, dans une ascension faite avec M. G. Besançon. Il conclut que l'intensité du champ électrique de l'atmosphère diminue quand la hauteur au-dessus de la surface de la Terre augmente. — M. V. **Chabaud** a constaté qu'après avoir acquis une certaine résistance, un tube à vide présente un second foyer en face de l'anticathode, lequel émet, dans tous les sens, des rayons qui contribuent à voiler les plaques photographiques. — M. M. **Berthelot** a fait l'analyse de miroirs trouvés dans des fouilles près de Reims et paraissant dater des iiie et ive siècles de notre ère. Ils se composaient d'un morceau de verre convexe revêtu d'une couche de plomb, laquelle était en partie oxydée et carbonatée. — MM. A. **Aignan** et E. **Dugas** continuent l'étude de la solubilité des liquides. Quand, pour une température convenable, un mélange de deux liquides devient homogène, ils indiquent le moyen de reconnaître quel est celui qui joue le rôle de dissolvant.

3° Sciences naturelles. — M. Ad. **Chatin** continue l'étude du nombre et de la symétrie des faisceaux libéro-vasculaires du pétiole, dans la mesure de la gradation des végétaux. Il s'occupe du groupe des Dialypétales périgynes. — M. Julien **Ray** a constaté que la pesanteur agit en retardant la croissance des Champignons inférieurs par le fait de sa direction constante.

Séance du 11 Octobre 1897.

1° Sciences mathématiques. — Sir **William Huggins** communique les spectres des composantes colorées d'un certain nombre d'étoiles doubles. Ces documents ont un grand intérêt en vue de l'évolution probable des étoiles doubles aboutissant à la séparation en deux de la masse primitive. — Sir **William Huggins** communique également les épreuves du spectre de la Nébuleuse d'Orion et des quatre étoiles plus brillantes des composantes de Thêta; ces spectres semblent confirmer l'hypothèse d'une relation physique des étoiles avec la Nébuleuse. — M. C. **Guichard** étudie les systèmes orthogonaux et les systèmes cycliques dans l'espace à n dimensions. — M. Emile **Waelsch** traite des propriétés des lignes géodésiques de certaines surfaces. — M. **Lémeray** fait connaître un quatrième algorithme naturel qu'il a découvert en intégrant l'équation d'une courbe satisfaisant à certaines conditions particulières

2° Sciences physiques. — M. Marcel **Deprez** décrit un nouveau mode de transformation directe de la chaleur en énergie électrique, basé sur les remarquables propriétés des aciers au nickel découvertes par M. Guillaume. En effet, si l'on chauffe et si l'on refroidit alternativement un morceau d'acier au nickel, celui-ci sera alternativement magnétique et non magnétique et engendrera dans une bobine une série de courants alternatifs. — MM. H. **Moissan** et J. **Dewar** ont continué leurs études sur la liquéfaction du fluor. Ce gaz se liquéfie avec facilité à la température d'ébullition de l'air atmosphérique; son point d'ébullition est — 187°. Il est soluble en toutes proportions dans l'air et l'oxygène liquides. Il n'est pas solidifié à — 210°. Sa densité est de 1,14; il n'a pas de spectre d'absorption et il n'est pas magnétique. A — 210°, il n'a pas d'action sur l'oxygène sec, l'eau et le mercure, mais il réagit encore, avec incandescence, sur l'hydrogène et l'essence de térébenthine. — M. **Vèzes**, en faisant réagir l'acide oxalique sur une solution de plato-nitrite de potassium, a obtenu un nouveau corps, le platooxalonitrite de potassium $Pt(CO^2.CO^2)(AzO^2)^2K^2 + H^2O$; s'il y a un excès d'acide, il se formera du platooxalate de potassium : $Pt(CO^2.CO^2)^2K^2 + 2H^2O$. — MM. H. **Baubigny** et P. **Rivals** indiquent un procédé de séparation du brome d'un mélange de chlorure et bromure alcalins. Après avoir mis le brome à l'état libre par l'action d'une solution de sulfate de cuivre et de permanganate de potasse, on l'entraîne au moyen d'un courant d'air. — M. G. **Lemoine** a étudié la transformation réversible du styrolène en métastyrolène sous l'influence de la chaleur; elle rappelle, par ses allures générales, celle du phosphore, du cyanogène, de l'acide cyanique; elle tend progressivement vers une limite exprimée par une tension de vapeur du styrolène. — M. L.-C. **de Coppet** a déterminé les températures du maximum de densité des solutions de chlorure de baryum. L'abaissement moléculaire de cette température est sensiblement proportionnel au poids de $BaCl^2$ dissous dans 1000 grammes d'eau. — M. Louis **Simon** a découvert deux réactions colorées de l'acide pyruvique $CH^3.CO.COOH$: 1° additionné de potasse, puis de nitroprussiate de sodium, il fournit une belle coloration rouge violacé intense; 2° additionné d'ammoniaque, puis de nitroprussiate de sodium, il donne une belle coloration bleu violacé. La première réaction est commune à d'autres corps; la seconde semble tout à fait caractéristique de l'acide pyruvique. — M. E. **Fleurent** étudie la réaction de l'acide azotique sur le cobalticyanure de potassium. Il a obtenu divers produits qu'il s'occupe d'analyser. — M. L. **Jolly** montre que les phosphates minéraux jouent un rôle dans la structure des tissus; on peut, en effet, en déceler la présence au moyen de la réaction molybdique.

3° Sciences naturelles. — M. Georges **Bohn** a constaté que le renversement du courant d'eau dans la chambre branchiale, signalé récemment chez le *Carcinus Maenas* Leach, est un phénomène absolument général dans le groupe des Crustacés Décapodes. — MM. Félix **Mesnil** et Maurice **Caullery** ont étudié l'anatomie du *Ctenodrillus* Clap.; leurs résultats les portent à le ranger dans la famille des Cirratuliens, particulièrement au voisinage de *Dodecaceria*. Ce serait une forme simplifiée par régression. — M. L. **Viguier** a observé la plupart des phases du développement de la *Tethys fimbriata* depuis le début de la segmentation de l'œuf jusqu'au stade véligère avancé. — M. G. **Chauveaud** a trouvé qu'au moment de la formation du tube criblé, la membrane de la cellule qui doit évoluer s'épaissit et

présente une modification particulière. Celle-ci peut être mise en évidence par traitement des coupes à l'hypochlorite de soude et coloration au brun Bismarck. — M. **Ed. Griffon** a étudié l'influence de la gelée printanière de 1897 sur la végétation du Chêne et du Hêtre dans la forêt de Fontainebleau. Les pousses de remplacement avaient un développement moins important que les pousses normales; certains tissus y faisaient défaut. — M. **A. Prunet** a étudié le Black-rot dans le vignoble de l'Armagnac; il a reconnu que la maladie procède par invasions successives. Les plus désastreuses ont lieu au moment de la floraison et trois à cinq semaines plus tard. La première attaque les feuilles et les organes axiles, la seconde, les grains. — M. **J. Ferran** est arrivé à cultiver le bacille de la tuberculose sur différents milieux et à modifier sa forme et ses propriétés; sous cette forme, il ressemble au bacille du typhus et au colibacille; il a conservé toutes ses propriétés pathogènes. L'injection de cultures mortes du bacille transformé immunise des cobayes contre la tuberculose. LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 5 Octobre 1897.

M. **Laveran** analyse un mémoire de M. **P. Busquet** sur la transmissibilité des oreillons de l'homme au chien. L'auteur a observé une parotidite suppurée chez un lévrier russe dont le maître avait eu les oreillons; le rapporteur pense que la parotidite pouvait être simplement de nature streptococcique et non de nature ourlienne. Le fait aurait besoin d'être élucidé par de nouvelles expériences. — MM. **Kelsch** et **Simonin** ont observé un certain nombre d'épidémies dont l'origine leur a semblé résider dans les poussières des locaux contaminés. Ils ont alors procédé à l'analyse des poussières contenues dans les planchers de deux casernes et y ont reconnu la présence d'un certain nombre de germes pathogènes. Ceux-ci, mis en mouvement avec les poussières et l'air, arrivent sur les muqueuses et sont l'origine d'un certain nombre de maladies. — M. **Laveran** appuie les conclusions précédentes. Mais il pense que l'assainissement des planchers est difficile, sinon impossible, et il propose de les supprimer et de les remplacer par une couche de bitume. — M. le Dr **Laverde** lit un mémoire sur la sérothérapie de la lèpre.

Séance du 12 Octobre 1897.

M. **Hervieux** indique les moyens auxquels on peut reconnaître qu'une vaccination ou une revaccination a été faite avec succès. — M. **E. Vallin** présente quelques critiques sur la communication de M. Lancereaux relative à la cirrhose des buveurs. Suivant lui, le bisulfate de potasse ne doit pas être incriminé; un grand nombre de vins, la bière, le cidre, les liqueurs n'en contiennent pas. L'alcool, qui existe dans toutes ces boissons, est la seule cause de la cirrhose. — M. **Lancereaux** rappelle les expériences qu'il a faites avec des animaux qui recevaient du bisulfate de potasse et présentaient une cirrhose semblable à celle des buveurs, et il maintient ses conclusions. D'ailleurs les personnes qui s'adonnent surtout aux liqueurs ne présentent presque jamais de cirrhose. — M. **J.-J. Andeer** lit un mémoire sur les ostioles des muqueuses urinaires et leur infection. — M. **Doyen** donne lecture d'une observation d'extraction d'un projectile de la troisième vertèbre cervicale.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 2 Octobre 1897.

M. **Bouchard** prononce l'éloge du Dr **Luys**, membre de la Société, décédé pendant les vacances. — M. **E. Apert** a observé, sur un péritoine intestinal, un grand nombre de petites taches lenticulaires composées de cellules renfermant un pigment de couleur ocre, qui offre toutes les réactions de la rubigine. Il pense qu'il s'est produit de petites hémorragies, à la suite desquelles l'hémoglobine s'est transformée en rubigine. — M. **Féré** a constaté que, chez les épileptiques, les réflexes cutanés sont absents ou affaiblis, que les malades aient suivi ou non la médication bromurée. — M. **Féré** dépose une note sur la position et le développement du poulet dans les œufs à deux jaunes. — M. **Féré** a greffé des embryons de poulets sur les appendices érectiles du cou d'un coq; l'embryon a pris un certain développement. — M. **Rénon** a trouvé du plomb dans la salive de deux cobayes qui avaient été nourris avec des aliments mélangés de céruse. — M. **Berger** a constaté que la conjonctive de l'œil ne laisse pas passer du curare instillé dans l'œil. Au contraire, l'intoxication est rapide si le curare est instillé derrière la conjonctive.

Séance du 9 Octobre 1897.

M. **Quinton**, dans ses études sur l'évolution, a été amené à supposer que le milieu intérieur primitif des animaux était un milieu marin et que l'eau de mer est le liquide vital par excellence. En effet, si l'on saigne un chien à blanc et qu'on lui fait en même temps une injection intra-veineuse d'eau de mer, il survit et la quantité d'hémoglobine augmente même. — M. **Roger** a inoculé le bacille charbonneux en divers points de l'appareil circulatoire des lapins et a constaté qu'il faut, pour amener la mort, une dose 64 fois plus forte dans la veine porte que dans l'aorte. Le foie retient donc le bacille charbonneux. — M. **Thiroloix** a trouvé, dans la sérosité pleurale d'un jeune homme atteint de rhumatisme articulaire aigu, un microbe anaérobie. Ce microbe détermine chez le cobaye un œdème, dont la sérosité, injectée au lapin, produit des accidents d'endocardite. — M. **Pilliet** a coloré avec un peu de bleu de méthylène un liquide contenant des infusoires. Il a observé que les cils vibratiles mobiles se coloraient, tandis que les soies rigides restaient incolores. — M. **de Grandmaison** décrit un cas d'adénite épitrochléenne survenue sans déchirure de la peau. La tumeur contenait de la sérosité, renfermant du staphylocoque en abondance. — M. **Féré** présente des appareils destinés à l'exploration du sens des couleurs. — M. **Cristiani** (de Genève) adresse une note sur la nature des glandes parathyroïdiennes.

Séance du 16 Octobre 1897.

M. **Lesage** a étudié la réaction agglutinante du *Bacterium coli* des entérites infantiles. Lorsque la maladie est en pleine période d'acuité, le bacille est agglutiné 40 fois sur 50 par le sérum de l'enfant malade. Lorsque la maladie est chronique, la réaction manque 24 fois sur 25. L'agglutination est donc l'indice d'une réaction de l'organisme contre une infection aiguë; quand elle ne se produit pas, l'organisme ne réagit plus et le pronostic est grave. — M. **A. Terson** a observé l'apparition de lésions du fond de l'œil (amblyopie progressive) à la suite de grandes brûlures cutanées. Il pense que l'intoxication est due, non aux produits toxiques du sang des brûlés, mais à l'iodoforme ayant servi aux pansements. — M. **Triboulet** signale un cas de mort subite chez un enfant à la suite d'affections cutanées; il l'attribue à une infection pyocyanique généralisée, le bacille ayant été retrouvé au niveau des ulcérations cutanées et dans les caillots du cœur.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° SCIENCES PHYSIQUES

J.-W. Swan, F. R. S. : **Sur les tensions et autres effets développés par l'électrisation dans la résine et dans un mélange visqueux de résine et d'huile.** — L'auteur, en faisant des expériences sur le degré de résistance au déchirement qu'offre un papier enduit d'une couche de résine et d'huile lorsqu'il est placé entre les deux bornes secondaires d'une bobine d'induction et que la tension est réglée par un interrupteur à

étincelles dans une branche parallèle, remarqua, au moment où une étincelle passait dans l'interrupteur, un boursouflement de la surface, auparavant unie, de l'enduit. Dans le présent mémoire, l'auteur donne la description complète des expériences qu'il a entreprises dans le but d'élucider le phénomène.

Les expériences étaient ainsi conduites : sur des plaques de verre ou de mica on disposait une couche de résine ou d'un mélange d'huile et de résine, qu'on pouvait porter à une certaine température. Au-dessus et au-dessous des plaques, on faisait arriver les extrémités du circuit secondaire d'une bobine de Ruhmkorff ou d'une machine de Wimshurst; on pouvait donner aux extrémités des formes variables. On observait alors

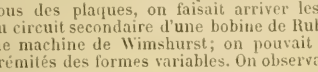


Fig. 1. — *Aspect de la figure positive.*

l'aspect que prenait la résine quand une étincelle se produisait dans l'interrupteur.

Cet aspect varie : 1° suivant que l'extrémité située au-dessus du diélectrique est positive ou négative; 2° suivant la forme et le diamètre des extrémités des fils; 3° suivant la distance entre l'extrémité supérieure et le diélectrique; 4° suivant le potentiel et le caractère de l'étincelle dans l'interrupteur.

La figure la plus régulière est obtenue lorsque l'interrupteur est réglé de façon à ce qu'il ne passe aucune étincelle ou aucune décharge visible à travers ou au-dessus du diélectrique, lorsque l'extrémité supérieure

Fig. 2. — *Aspect de la figure positive maximum.*

est terminée par une boule de cuivre et l'inférieure par un disque de métal, et que le diélectrique est un mélange de 80 °/₀ de résine et de 20 °/₀ d'huile de résine. On aperçoit alors, avec un interrupteur à mercure dans le circuit primaire, lorsque l'extrémité supérieure est positive, une figure en forme d'étoile, avec des branches ramifiées et profondément creusées partant d'une collerette centrale. Quand le courant passe dans le sens inverse, on observe un anneau circulaire entourant des rayons tendant vers le centre; ils sont plus larges et moins ramifiés que dans la figure précédente et sont en relief au lieu d'être en creux. En

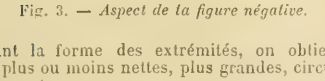


Fig. 3. — *Aspect de la figure négative.*

modifiant la forme des extrémités, on obtient des figures plus ou moins nettes, plus grandes, circulaires, dentelées, etc.

Si l'on emploie un vibrateur ordinaire à contact dans le circuit primaire, on obtient des effets plus compliqués. Si l'on interrompt plusieurs fois le courant, la forme régulière qu'on obtient d'abord finit par s'effacer et il se produit, dans le liquide, un mouvement qui tend à le séparer en deux masses, l'une centrale, avec un sommet plat ou concave, et un anneau circulaire (fig. 1 et 2). Avec une décharge négative, on a la forme de la figure 3.

Lorsqu'on fait emploi d'une machine de Wimshurst, on obtient des effets encore plus compliqués. Il se forme dans le liquide des tourbillons; les bords supérieurs du liquide, en retombant, englobent des bulles d'air qui prennent un mouvement en spirale et finissent par percer en projetant le liquide.

Si l'on exécute les expériences précédentes avec une couche de résine solide, on n'aperçoit aucun effet; mais si l'on chauffe légèrement la résine soumise à la décharge, on voit bientôt apparaître les figures que nous avons décrites. Ce phénomène est analogue à ceux décrits par Lichtenberg et lord Armstrong dans d'autres cas. La résine a la propriété de garder l'électrisation qu'elle a reçue, car les figures se développent également bien par la chaleur au bout de quelques jours.

Si, d'autre part, on abandonne à l'air une plaque de résine électrisée et développée par la chaleur, on observe qu'elle attire les poussières de l'atmosphère ambiante et qu'il se forme, à côté de la première, une nouvelle figure. En répandant dans l'atmosphère divers corps à l'état pulvérulent, on obtient diverses sortes de figures qui fournissent des indications précieuses sur l'état d'électrisation de la résine, car les parties électrisées positivement ou négativement attirent des poussières différentes.

De toutes ces expériences, l'auteur conclut que, lorsqu'une décharge électrique passe à travers l'air, elle se propage d'après un arrangement des molécules d'air créé sous l'influence de la décharge même, et que, lorsqu'un diélectrique tel que la résine est interposé sur son chemin, l'arrangement de l'air influe sur celui des molécules de résine et produit les figures observées.

2° Sciences naturelles

Walter Heape, M. A. : **L'insémination artificielle des mammifères et la fécondation ou imprégnation des ovules qu'on peut obtenir par ce procédé.** — M. Heape a été amené à s'occuper de cette question par les recherches qu'il a poursuivies pendant trois ans sur l'ovulation chez la lapine. Il a constaté que chez la lapine vierge « en chaleur », elle ne se produisait pas spontanément, mais qu'elle avait lieu invariablement au bout de neuf heures et demie à onze heures après la copulation. La présence des spermatozoïdes dans l'utérus et les trompes ne suffit pas à déterminer l'ovulation, lorsqu'il n'y a pas eu coït, et le coït à lui seul, si les spermatozoïdes ne pénètrent pas dans l'utérus, est également impuissant à la provoquer. Chez la lapine qui a déjà eu des petits, l'ovulation semble se produire sans qu'il y ait eu coït. Mais, chez la souris, le rat, la chienne, etc., l'ovulation est indépendante de la copulation, et il semble que ce soit là la règle, et que la brebis constitue comme la lapine une exception; des expériences ont montré que la jument et la chienne pouvaient devenir mères par insémination artificielle, et des tentatives analogues, faites sur la femme, ont été assez souvent couronnées de succès. M. Heape a été conduit à pousser plus loin les recherches sur l'insémination artificielle par le sentiment qu'elles avaient à un double point de vue un haut intérêt : 1° pratiquement, il est de grande importance pour les éleveurs de pouvoir obtenir des produits de femelles de race très pure, que des vices de conformation du vagin ou de l'utérus empêchent de concevoir par accouplement direct avec le mâle, et, d'autre part, des croisements peuvent ainsi être obtenus entre des animaux de variétés distinctes auxquels une trop grande inégalité de taille ou une structure trop différente ne permet pas de s'accoupler. 2° Scientifiquement, ces expériences sont de nature à jeter une abondante lumière sur les relations physiologiques qui unissent le coït et l'insémination, l'ovulation et la fécondation, et à faire découvrir quelques-unes des principales causes de stérilité chez les Mammifères. Elles permettront enfin de déterminer si l'ovule d'un mammifère appartenant à une espèce quelconque peut indifféremment être fécondé par le spermatozoïde d'un autre mammifère d'espèce différente, ce que M. Heape ne croit point *a priori* impossible. Il rapporte alors sommairement les expériences faites par Spallanzani (1770) et par Pierre Rossi (1782) sur l'insémination artificielle

des chiennes, qui ont eu les unes et les autres un entier succès, puis il passe en revue les tentatives faites par Hunter (1799) et par plusieurs médecins à sa suite pour féconder artificiellement des femmes que des vices de conformation condamnaient à la stérilité. Le sperme, dans ces divers cas, a été injecté dans la cavité utérine au moyen d'une seringue : il a été ou bien obtenu directement du mâle ou bien recueilli après un coït dans le vagin de la femelle. M. Heape décrit ensuite en détail les expériences instituées par Sir Everett Millais dans ses chenils. Comme il ne s'agissait pas de féconder des femelles jusque-là stériles, le sperme n'a pas été injecté dans l'utérus, mais seulement dans le vagin. L'insémination artificielle de 19 chiennes a été pratiquée au cours d'une série de 17 expériences : il n'y a eu que quatre insuccès et qui paraissent dus à des causes spéciales, aisées à déterminer. Le sperme obtenu, en une seule fois d'un chien, peut servir à ensemencer plusieurs femelles. Des croisements ont pu être produits par ce moyen entre des chiens de variétés et de tailles très différentes. La possibilité de féconder simultanément une chienne avec le sperme de deux ou plusieurs chiens de race différente, de façon à obtenir dans une même portée des hybrides de plusieurs types, a été démontrée par ces expériences qui ont pour la question de la télégonie et celle de l'hérédité, la plus haute importance. Après avoir rapporté, d'après le Dr Le Bon, que les Arabes pratiquaient anciennement l'insémination artificielle des juments, M. Heape indique les expériences qui ont été faites en ce sens par les éleveurs des Etats-Unis, et qui ont, dans la majorité des cas, heureusement réussi. La méthode habituellement employée consiste à faire couvrir la jument que l'on veut ensemencer par un étalon, à aspirer le sperme dans le vagin avec une seringue et à l'injecter ensuite dans la cavité utérine ; on recueille d'ordinaire assez de sperme pour pouvoir féconder, avec le contenu de la seringue, plusieurs juments. Ces pratiques ont été employées avec succès par les éleveurs pour obtenir des produits de poulinières jusque-là stériles, en raison soit de vices de conformation de l'utérus, soit de la contraction spasmodique des muscles du col pendant le coït, soit enfin de sécrétions anormales du vagin, qui tuent les spermatozoïdes, ou de l'incapacité du vagin à conserver le sperme. Comme il y a près de 40 p. 100 de juments chaque année que la saillie de l'étalon ne réussit pas à féconder, ces faits ont, pour les éleveurs, une importance considérable, d'autant que l'insémination artificielle est pour la poulinière sans aucun inconvénient. La question à résoudre, c'est de savoir si les produits ainsi obtenus ont la même vigueur et la même beauté que les autres. M. Heape a lui-même récemment tenté, mais malheureusement sans résultat, des expériences analogues à celles des éleveurs des Etats-Unis. Il indique l'intérêt qu'il y aurait à ce qu'on essayât de pratiquer également sur la vache la fécondation artificielle.

C.-S. Sherrington, F. R. S. : **Sur la distribution périphérique des fibres des racines postérieures de quelques nerfs spinaux** (2e *partie*). — Dans cette note, M. Sherrington étudie la distribution périphérique des fibres émanées des racines sensitives brachiales et cervicales et la distribution cutanée de celles des nerfs craniens. Elle est partagée en quatre sections : dans la première est décrite l'aire de distribution périphérique de chaque racine, depuis la Ve paire cranienne jusqu'à l'extrémité inférieure de la région brachiale. La description donnée repose, dans chaque cas, sur une expérience particulière qui a semblé typique pour la racine en question et les déviations de ce type sont indiquées sous forme de notes. Une attention spéciale a été accordée à la question des aires cutanées innervées, par les diverses divisions : ophtalmique, maxillaire et mandibulaire des nerfs de la Ve paire; on a cherché à déterminer si ces aires avaient les caractères des aires cutanées segmentaires ou ceux des aires cutanées des troncs nerveux périphériques; c'est de ces derniers qu'il a été établi qu'il faut les rapprocher. La curieuse relation qui existe entre le bord postérieur de l'aire de la Ve paire et l'oreille externe montre que la fente viscérale forme bien la limite du champ du trijumeau. Le sens du goût aussi bien que celui du toucher est détruit dans les deux tiers antérieurs de la langue après section intracranienne des nerfs de la Ve paire; cela rend très douteux que la corde du tympan ait, chez le singe, des fonctions gustatives, comme on lui en a attribué en quelques cas chez l'homme. Cette section ne détermine aucun trouble dans les mouvements de l'œil. L'aire innervée par le glossopharyngien sur la langue a pu être précisément délimitée.

Après la section des nerfs de la Ve paire et des racines postérieures des paires cervicales supérieures, il subsiste une aire étroite de sensibilité cutanée qui comprend le conduit auditif externe et une partie de la conque. Ce champ, bien qu'il ne corresponde pas à la situation assignée par les anatomistes à la branche auriculaire du spinal, ne peut être innervé cependant que par des filets qui proviennent soit de ce nerf, soit du glossopharyngien. Il y a là une exception unique aux règles partout ailleurs vérifiées, de la distribution par zones des fibres émanées des racines sensitives des diverses paires nerveuses. Chez le chat, les racines postérieures de la Ire paire cervicale ont une aire cutanée de distribution qui comprend la conque. Chez le macaque, elles n'en ont pas du tout en réalité : leur aire cutanée a été incluse dans celle de la IIe paire cervicale et non dans celle de la Ve cranienne. Les racines qui contribuent à l'innervation du bras sont celles des IIIe, IVe, Ve, VIe, VIIe et VIIIe cervicales, et des Ire, IIe et IIIe thoraciques. L'aire de la VIIIe cervicale embrasse toute la surface de l'extrémité libre du membre : elle ressemble en cela à celle de la VIe lombaire qui occupe une situation analogue sur les membres pelviens.

La seconde section se rapporte à l'étude du degré de conformité qui existe entre la distribution des fibres des ganglions spinaux dans la peau et les tissus sous-jacents. Bien que les aires cutanées des ganglions soient vers le milieu de la région où est compris le membre disjoint de la ligne médiane du corps, on constate cependant que, si l'on tient compte des fibres profondes, les fibres qui partent des ganglions radiculaires se distribuent en un rayonnement continu, depuis le plan médian du corps jusqu'à l'extrémité libre du membre (dans le cas des nerfs qui innervent cette extrémité). Cette distribution des fibres est semblable à celle des fibres de la racine ventrale ou motrice; il ne faut donc pas, à ce point de vue, di stinguer entre fibres afférentes et efférentes, mais entre fibres musculaires et cutanées.

M. Sherrington a choisi comme exemple et pour la soumettre à un examen détaillé la distribution chez le *Mucacus rhesus* des fibres sensitives profondes de la VIe paire lombaire dont l'aire cutanée occupe l'extrémité libre du membre inférieur : une comparaison a été faite par la méthode Wallérienne entre les distributions des fibres des racines afférentes et efférentes, elle a montré qu'elles étaient en tous points semblables. On peut conclure de cette observation et d'autres observations analogues que les nerfs sensitifs d'un des muscles qui s'insèrent sur le squelette proviennent dans tous les cas du ganglion (ou des ganglions) spinaux qui correspondent segmentairement aux cellules motrices d'où proviennent les fibres motrices de ce muscle. L'arc réflexe, où figurent comme composantes les cellules motrices et sensitives d'où partent les fibres innervant un muscle, n'implique donc pas une irradiation qui s'étende à travers plus d'*un* segment spinal.

Dans la troisième section, il s'agit de certains caractères généraux de la distribution des fibres émises par les racines; M. Sherrington y étudie par exemple : la détermination de la position des lignes primaires dorsale et ventrale des membres, la rotation et la torsion attribuées aux membres, les homologies affer-

mées entre les muscles, etc., des membres antérieurs et pelviens, l'entrecroisement des aires cutanées qui franchissent la ligne médiane du corps, le chevauchement des parties composantes d'une même aire, le chevauchement sériaire des aires adjacentes, le degré de chevauchement dans les différentes régions du corps, le degré de chevauchement des aires des troncs nerveux périphériques comparé à celui des aires des ganglions spinaux, la comparaison du chevauchement sensitif et du chevauchement moteur, la relation qui unit le chevauchement à la finesse de la sensation; les variations individuelles, leur fréquence et leur étendue.

Dans la quatrième section sont examinées les diverses réactions médullaires et en particulier le « choc »; elles sont spécialement étudiées au point de vue de leurs effets sur la dimension et les autres caractères des aires radiculaires; les résultats obtenus sont rapprochés les uns des autres et discutés.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 7 Octobre 1897.

Le Vice-Président de l'Académie annonce le décès de M. le Chevalier **Alfred von Arneth**, président de l'Académie, survenu pendant les vacances.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Thraen** : Détermination des trajectoires des comètes périodiques de Wolff. — M. **Knopslich-Rowel** : Nouvelle théorie de l'intérieur du soleil. — M. **Benedikt Sporer** : Sur le cercle de Feuerbach. — M. **J. Finger** : Sur le viriel interne d'un corps élastique.

2° Sciences physiques. — M. **J. Liznar** détermine la répartition de la force magnétique terrestre en Autriche-Hongrie à l'époque 1890,0 au moyen des mesures prises de 1889 à 1894. Il indique une formule qui permet de déterminer les valeurs normales de l'inclinaison, de la déclinaison et de la composante horizontale pour tout point de l'Autriche-Hongrie dont on connaît la différence de longitude et de latitude avec Vienne. Avec ces données, on peut construire la carte des courbes isomagnétiques. Une deuxième formule sert à calculer la valeur des variations locales, qui peuvent atteindre une assez haute valeur dans les régions montagneuses. — M. **Edouard Mazelle** a étudié la période diurne des chutes de pluie à Trieste. Il conclut que les chutes de pluie sont généralement plus abondantes, plus fréquentes et plus longues pendant la nuit que pendant le jour; cela se remarque surtout en été. La probabilité d'une chute de pluie de 1 millimètre ou moins par heure est plus grande, en toute saison, pour la nuit que pour le jour; il en est de même, excepté en hiver, pour des chutes de 5 millimètres. Des chutes de 10 millimètres et de 20 millimètres par heure sont, au contraire, plus probables pendant le jour, au printemps et en automne. — M. **Rich. Reick** a étudié l'action de l'acide sulfurique sur le glycol C^6H^8. CH. OH. $C(CH^3)^2$. CH^2OH, obtenu à partir de l'aldéhyde isobutyrique et de la benzaldéhyde. La réaction est la suivante :

$$2\,C^{14}H^{16}O^2 - 2\,H^2O = C^{10}H^{12} + C^{12}H^{16}O^2.$$

Le carbure $C^{10}H^{12}$ peut additionner une molécule de brome; le deuxième corps est identique à celui qui se forme par l'action du glycol précédent sur la formaldéhyde. — M. **Ad. Lieben** a constaté que l'hydrogène naissant, formé par la réaction de l'acide carbonique sur le magnésium, n'a pas la propriété de réduire l'acide carbonique. — M. **R. Wegscheider** a étudié les deux formes cristallines de l'éther méthylique et de l'acide hémipique. Par le frottement des deux sortes de cristaux, la forme à point de fusion supérieur passe dans l'autre forme. La forme à point de fusion supérieure passe à l'autre forme par la cristallisation dans l'eau. — M. **R. Wegscheider** étudie la formation des éthers sels en présence de l'acide sulfurique; celui-ci facilite quelquefois la réaction en faisant passer l'acide organique à l'état d'anhydride qui se combine plus facilement avec l'alcool. — M. **Fr. Wenzel** donne une méthode nouvelle de détermination du groupe acétyl dans un composé. On chauffe à 120° avec de l'acide sulfurique étendu de la moitié de son volume d'eau; tout groupe acétyl passe à l'état d'acide acétique qui peut être ensuite dosé. — M. **Rich. Kudernatsch**, en chauffant la β-oxypyridine avec la soude caustique, a obtenu la dioxypyridine. Celle-ci donne par oxydation un corps $C^5H^3AzO^2$ qui est la pyridochinone. — M. **Andor Ferenczy**, en faisant réagir l'éthylate de sodium sur un mélange d'éther nicotinique et d'acétone, a obtenu l'acétacétylpyridyle. C'est une base, fondant à 85°, et donnant des sels et des combinaisons doubles.

3° Sciences naturelles. — M. **Max von Groller** : Travaux préparatoires pour la mesure du glacier de Pasterzen. — M. **E. Graeffe** : Etude des organismes microscopiques contenus dans les vases du fond de la Mer Rouge.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 25 Septembre 1897.

1° Sciences physiques. — M. **H.-A. Lorentz** : *Sur la polarisation partielle de la lumière émise par une flamme placée dans un champ magnétique.* Si l'on place une flamme de sodium entre les pôles d'un électro-aimant et qu'au moyen d'un polariscope de Savart on examine la lumière émise dans une direction perpendiculaire aux lignes de force, on constate une polarisation partielle, les vibrations électriques parallèles aux lignes de force ayant une moindre intensité que celles qui leur sont perpendiculaires. M. Lorentz fait voir que ce phénomène, dont la découverte est due à MM. Egoroff et Géorgiewsky (*Comptes rendus*, 5 Avril, 3 Mai, 5 Juillet 1897), peut être attribué à l'absorption que les rayons provenant de la partie postérieure de la flamme éprouvent dans la partie antérieure. D'après une loi bien connue, une telle absorption atteint son maximum s'il y a égalité de périodes entre les particules lumineuses et les particules absorbantes; ce cas se présente dans l'absence d'une force magnétique extérieure, toutes les particules vibrantes ayant alors la même période T. Après l'excitation du champ magnétique, les oscillations parallèles aux lignes de force conservent cette même période; mais, comme M. Zeeman l'a démontré, les vibrations perpendiculaires à ces lignes présentent deux nouvelles périodes $T - t$ et $T + t$. Il en résulte que l'absorption est déterminée en ce qui regarde les vibrations de la seconde espèce et que, dans la lumière émise, ces vibrations auront une plus grande intensité que celles de la première espèce. Le mémoire de M. Lorentz contient une théorie mathématique de ces absorptions et la description d'une expérience qui confirme l'explication proposée. Si la flamme L_1, dont il a été question dans ce qui précède, est traversée par les rayons d'une seconde flamme de sodium L_2, placée elle-même hors du champ magnétique, les vibrations de ces rayons, en tant qu'elles sont perpendiculaires aux lignes de force, doivent éprouver une moindre absorption, dès que le champ magnétique a détruit l'égalité de périodes que ces vibrations présentent dans les deux flammes. Il en doit résulter, pour la lumière de L_2, après son passage à travers L_1, une polarisation analogue à celle qui existe dans la lumière de L_1. C'est ce qu'on observe en effet, en opérant dans des circonstances favorables. — M. **J.-D. van der Waals** : *Sur la représentation graphique des équilibres à l'aide de la fonction* ξ. Pour un mélange de deux matières, les conditions des phénomènes d'équilibre à une température donnée s'expriment d'une manière naturelle à l'aide des propriétés de la fonction Ψ. Si la valeur de Ψ est considérée comme dépendant du volume et de la composition du mélange, Ψ est une fonction caractéristique, de manière que toutes les quantités thermodynamiques se déduisent des dérivées partielles de Ψ et de quelques combinaisons connues de ces dérivées. Par ce que la fonction Ψ est uniforme, la représentation géométrique n'exige qu'une nappe unique de surface. Aussi

la fonction $\xi = \Psi + pV$, exprimée en température, pression et composition du mélange, est une fonction caractéristique; seulement la surface qui en donne la représentation admet trois feuilles, de manière qu'à une phase homogène quelconque il corresponde en général trois valeurs de ξ. L'auteur étudie cette représentation dans le cas d'un mélange de trois matières, la température et la pression étant données. Le théorème « une matière se range sous une pression et une température données de manière que la somme des valeurs de ξ soit minimum », le conduit à des propriétés de la surface ξ et à des constructions qui s'y rapportent. — M. van der Waals présente une communication de M. **D.-F. Tollenaar** : *Déflexion et réflexion des deux cathodes*. En supposant que les rayons cathodiques se composent de petites particules à charge négative qui sont projetées par les cathodes avec une grande vitesse, on parvient à expliquer les expériences décrites il y a quelque temps (voir *Rev. gén. des Sc.*, t. 8, p. 124). Par la chute du potentiel dans le voisinage d'une cathode, la particule est déviée de sa trajectoire rectiligne. Les trajectoires des différentes particules admettent une enveloppe de forme hyperboloïdique; l'intersection avec la paroi du tube fait naître le contour des surfaces ordinaires de déflexion de M. Goldstein. Le second système de taches lumineuses hyperboloïdiques et d'anneaux de phosphorescence s'explique en faisant voir expérimentalement qu'une partie des rayons subit une déflexion tellement forte qu'ils sont rejetés vers l'autre cathode. Ces rayons forment donc un nouveau système, admettant à son tour une enveloppe et une figure de déflexion. L'auteur donne la théorie mathématique d'où découle la position relative des figures de déflexion l'une par rapport à l'autre, et leurs mouvements sous l'influence d'un affaiblissement de l'une des cathodes; ces résultats s'accordent avec les expériences. — M. **H. Behrens** : *Quelques réactions microchimiques*. 1° Pour reconnaître des traces minimales de perchlorate de potassium ou salpêtre du Chili, on le transforme en perchlorate de rubidium et on colore les petits cristaux à l'aide de permanganate de potassium. 2° Démonstration microchimique d'acide chromique, à l'aide de la formation de cristaux mêlés de Ag_2CrO_4 et Ag_2SO_4. 3° Pour constater la présence de traces d'acide sulfurique libre, on allonge une goutte d'eau mise sur le porte-objet du microscope jusqu'à trois fois la longueur originale, et l'on dépose tout doucement à une des extrémités du trait liquide ainsi formé une quantité infinitésimale de chlorhydrate de quinine et un peu du fluide à examiner pour l'acide sulfurique; à l'autre extrémité une gouttelette de solution d'iode et de iodide de potassium, de manière que la réaction ne se montre qu'après une diffusion bien lente. Cette réaction qui se montre après un temps compris entre une demi-heure et une heure et demie, est très sûre. 4° Démonstration d'ammoniaque libre, à l'aide de la formation de phosphate double d'ammonium et de magnésium ou plutôt de chlorure de palladoammonium ($Az_2H_6PdCl_2$) au moyen de chlorure palladeux. 5° Pour reconnaître des alcalis caustiques, on peut se servir de chromate de plomb. Quand il s'agit de KOH ou NaOH, l'acide niobique doit être préféré. On chauffe le fluide à examiner après addition d'acide niobique et on laisse refroidir une petite quantité sur le porte-objet du microscope. Si l'on a affaire à KOH, la solution est claire; en y ajoutant un grain de NaCl, on y provoque une cristallisation forte de niobate de sodium; si le fluide contient aussi NaOH, le champ de vision est couvert d'aiguilles de niobate de sodium et l'eau mère, filtrée, cristallise de nouveau en y ajoutant NaCl. — M. **E. Mulder** présente la quatrième partie de son mémoire : *Sur un péroxynitrate et un bioxyde d'argent*.

2° Sciences naturelles. — M. **K. Martin** s'occupe de nouveau (*Revue gén. des Sciences*, t. V, p. 886) de la géologie des Moluques. La chaîne des volcans d'Amboine, dont la *Gamma Kounorra* fait partie, se continue vers le midi à travers Ternate, Tidore, Mareh, Motvi et Makjan jusqu'à Batjan. De plus, la série des volcans de Halmahera semble être en rapport avec le *Wawani* d'Amboine. En effet, l'histoire a signalé, le 20 mai 1673, une éruption violente de la *Gamma Kounorra*, qui faisait sauter la montagne et était accompagnée d'une pluie de cendres s'étendant jusqu'à Mindanao, le 12 juillet 1673 un tremblement de terre d'une violence extraordinaire à Amboine, le 12 août 1673 un déchirement du pic de Ternate au côté méridional de bas en haut et le 17 février 1674 la projection du sommet du *Wawani* et la formation d'un lac de cratère. Donc il semble que le point d'origine des grandes explosions s'est déplacé dans la direction méridionale. L'auteur se pose donc la question s'il y a raison de conclure qu'il y a des crevasses dans cette direction, dans cette partie de la croute terrestre. La forme des côtes environnantes parle en faveur de cette supposition. De plus, elle expliquerait les déplacements des terrains qui ont eu lieu et qui se trahissent par la situation de rochers calcaires corallins récents à lignes de niveau très prononcées au-dessus du niveau de la mer. — M. **W.-F.-R. Suringar** présente une cinquième contribution à la connaissance des *Melocacti*. Il y joint la première livraison de son Iconographie du genre (*Musée botanique de Leyde*, t. III. Illustrations de *Melocactus*. E.-J. Brill, 1897), dont il avait annoncé le projet à l'occasion d'une communication antérieure et traite de la culture des *Melocactus* par semis. Il espère qu'on en fera l'épreuve dans la colonie, parce qu'il le considère comme le seul moyen d'offrir aux jardins botaniques et aux amateurs des plantes cultivables, en épargnant en même temps la flore naturelle du pays. Un premier essai, fait près de Naples par l'établissement Damman et C°, promet de bonnes réussites de cette culture. M. Suringar, supposant que le climat de l'Italie méridionale, au soleil brillant et accompagné d'une exposition au vent de mer, offrait une analogie avec les conditions sous lesquelles ces plantes croissent dans leur patrie, avait offert, en 1890, à M. Sprenger, en ce temps-là associé à cet établissement, des semences d'un certain nombre d'espèces de *Melocactus*. Et maintenant déjà, M. Sprenger a pu publier (*Zeitschrift f. Garten. u. Blumenkunde* du Dr L. Wittmack, t. XLVI, n° 11, 1er juin 1897) la floraison de deux exemplaires d'une de ces espèces, le *Melocactus humilis* de Vénézuela à l'âge de six ans. M. Suringar montre à l'Académie le squelette conservé de la plante-mère qui avait fleuri et fructifié au Jardin botanique de Leyde en 1889, et un arbre vivant et portant fruit, qui est l'une des plantes-filles obtenues par MM. Damman et C° de semences de la première. La plante-fille est un peu plus petite et plus ronde que la plante-mère; elle n'offre d'ailleurs pas d'autres déviations que celles qu'on observe d'ordinaire entre les objets d'une même espèce. Puis M. Suringar décrit et présente des photographies de quelques sujets de *Melocactus*, reçus de l'île de Curaçao, dont les semences serviront à une épreuve de culture dans le pays même. Parmi elles il y a cinq espèces nouvelles : le *M. communiformis*, très remarquable parce qu'il rattache les Pterocentri aux Microcentri des Iles sur le Vent, le *M. rotula*, le *M. rotifer* ressemblant à une espèce d'Aruba nommée *M. rotatus*, le *M. exsertus*, signalé par ses stigmates très élevés, le *M. Grollianus*, nommé en honneur du collectionneur, M. van Groll, de Curaçao. — M. **P.-P.-C. Hœk** s'occupe de l'histoire naturelle du saumon. Il en distingue quatre catégories différentes, dont deux contiennent presque exclusivement des individus mâles. P.-H. Schoute.

ERRATUM. — P. 797, col. 2, lig. 4, *au lieu de* Foler, *lire* Forel; p. 797, col. 2, lig. 48, *au lieu de* psychologie, *lire* physiologie.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Rudolf Heidenhain. — La Physiologie a fait de grandes pertes en ces dernières années : Helmholtz, Ludwig, Du Bois-Reymond ont, l'un après l'autre, disparu; le 13 octobre dernier, Rudolf Heidenhain succombait à Breslau des suites d'une affection intestinale qui l'avait, depuis quelque temps, éloigné de sa chaire et de son laboratoire.

Heidenhain est né à Marienwerder le 29 janvier 1834; il appartenait à une famille de médecins. Il fit ses études de médecine à Berlin, Königsberg et Halle; à Berlin, il suivit les cours de Du Bois-Reymond, à Halle ceux de Volkmann. Il fut reçu docteur à Berlin en 1854, et nommé, en 1859, professeur de Physiologie et d'Histologie à l'Université de Breslau, poste qu'il n'a jamais quitté depuis.

Ses premiers travaux, ainsi que ceux de ses élèves, sont contenus dans les *Studien des physiologischen Institutes zu Breslau*, qui parurent, en 4 volumes, de 1861 à 1868. Auparavant, il avait cependant publié quelques mémoires dans les *Mullers Archiv* (1856 à 1859). En 1864, il publia un livre (*Mechanische Leistung, Wärme-Entwicklung and Stoffumsatz bei der Muskelthatigkeit*), dédié à son maître Du Bois-Reymond, où il décrit les phénomènes qui se passent dans le muscle durant la contraction volontaire et tétanique.

Mais c'est dans le célèbre recueil *Pflugers Archiv für die gesamme Physiologie* qu'on trouvera, à partir de 1869, les principaux travaux qui ont fait la réputation d'Heidenhain. C'est là qu'il a publié ses mémoires sur : l'influence du système nerveux sur la température; le métabolisme dans le muscle; l'arythmie du cœur; l'action des poisons (atropine, noix de Calabar, nicotine, digitaline) sur les nerfs de la glande submaxillaire; la sécrétion de l'urine (avec Neisser); la structure du pancréas (où il montrait les modifications des cellules qui accompagnent la sécrétion); l'action de l'excitation des nerfs sensitifs sur la pression du sang (avec Grutzner); l'innervation des vaisseaux sanguins; puis, plus tard, ses expériences sur les nerfs trophiques et sécréteurs, la formation de la pepsine dans les glandes pyloriques, et sa méthode pour isoler l'extrémité cardiaque de l'estomac dans le but d'en recueillir la sécrétion.

En 1883, Heidenhain publia, dans le *Handbuch der Physiologie* d'Hermann, son ouvrage classique sur la physiologie des phénomènes de la sécrétion. Cet ouvrage a révolutionné nos idées sur la matière. En effet, Heidenhain, étudiant à la fois le côté physiologique et le côté histologique de la question, y a mis, pour la première fois, clairement en lumière ce fait fondamental que toute sécrétion glandulaire s'accompagne d'une modification dans la structure des glandes.

Heidenhain s'était aussi occupé du magnétisme animal, et il avait publié, en 1880, un livre sur ce sujet, qui fut plus tard traduit en anglais par Romanes.

Dans ces dernières années, Heidenhain a fait porter ses recherches sur la formation de la lymphe; il attribuait une grande importance à la paroi capillaire des vaisseaux comme organe sécréteur. Quoique ses théories sur ce sujet soient loin d'être universellement admises, les recherches d'Heidenhain ont eu le grand mérite de donner une impulsion considérable à l'étude de la question, et nous leur sommes redevables d'un grand nombre de connaissances nouvelles sur ce point.

Avec quelques mémoires parus récemment sur l'absorption intestinale et sur la structure des villosités, s'arrête l'activité personnelle du grand physiologiste; mais ce n'est là qu'une partie de son œuvre : du laboratoire de Breslau sont sortis de nombreux travaux inspirés par lui, et surtout de nombreux élèves qui ont porté au loin son esprit et sa méthode. Cette méthode consistait à considérer, dans toute question, non seulement le côté physiologique pur, mais aussi le côté histologique et le côté chimique. C'est ainsi qu'il a tant contribué au développement de la Physiologie[1].

A. D.

§ 2. — Art naval

L'enseignement professionnel des marins pêcheurs. — Facilité par la rapidité des transports, l'usage du poisson de mer dans l'alimentation s'est beaucoup répandu. Devant les commandes toujours plus

[1] D'après le *British Medical Journal*.

importantes, la production a augmenté, l'exploitation des mers est devenue plus intensive. Le poisson, traqué par des engins puissants, se trouve en moindre quantité près des côtes, et le pêcheur doit le poursuivre en haute mer pour obtenir de son travail un produit rémunérateur.

L'application de la vapeur aux bateaux de pêche, et l'emploi de la glace pour la conservation du poisson sont venus accentuer encore cette transformation, et substituer aux courtes sorties dans la mer territoriale les longs séjours au large. De cet état de choses, il est résulté des besoins nouveaux pour ne pas laisser tomber en décadence cette industrie des pêches maritimes, qui fait vivre en France 90.000 marins. Au premier rang des exigences nouvelles qu'il y a lieu de satisfaire se trouve l'enseignement nautique des pêcheurs. Privé de la vue des côtes pour s'orienter, le pêcheur doit savoir *faire le point*, et, par suite, connaître le maniement du sextant. Il doit être capable de suivre une route tracée sur la carte, ou inversement, de porter sur celle-ci le chemin parcouru.

Pour lui permettre d'exercer sa périlleuse industrie avec plus de profits et moins de dangers, la création d'écoles professionnelles s'imposait. Cette question fit au Congrès de Sauvetage, qui se tint à Saint-Malo sous la présidence de l'amiral Duperré, l'objet de plusieurs mémoires, qui tous conclurent à la création d'écoles de pêche. Pour donner suite à ces vœux, un certain nombre de membres de ce Congrès, au nombre desquels il faut citer MM. Cacheux, Roché, Coutant, Hamon, Guillard et Dubar, fondèrent la Société : *L'Enseignement professionnel et technique des pêches maritimes*, dont le titre indique suffisamment le but. Cette Société ne tarda pas à réaliser son programme ; quelques mois après sa formation, une école de pêche fut créée à Groix, sous la direction de M. Guillard. Aujourd'hui, nous avons en France neuf écoles de pêche : à Boulogne, Dieppe, Le Croisic, Groix, Les Sables-d'Olonne, La Rochelle, Arcachon, Marseille et Philippeville. A Trouville et au Tréport sont faits des cours d'adultes, et une dixième école est en voie d'organisation à Cherbourg.

Cet enseignement est suivi par un grand nombre d'élèves : 216 à Groix, 150 à Dieppe. Les pêcheurs sont, en effet, les premiers à reconnaître l'utilité, je dirai même la nécessité des connaissances qu'ils peuvent y acquérir. Des leçons sur les règlements maritimes, l'établissement des feux et le balisage, et quelques notions sur l'économie sociale, les assurances de toute nature, l'hygiène appliquée aux professions maritimes, les premiers soins à donner en cas d'accidents, viennent compléter l'enseignement nautique dont nous avons déjà parlé.

Dans l'étude de ces diverses questions, les cours sont appropriés aux exigences locales qu'il y a lieu de satisfaire. Ainsi, à Boulogne, un assez grand nombre de barques sont munies d'appareils à vapeur pour le halage des engins de pêche. Il était naturel de comprendre dans l'enseignement de l'école de pêche l'étude du fonctionnement de ces appareils. Les procédés de conservation du poisson ont fait aussi l'objet de quelques leçons. Cette école de Boulogne est installée à bord d'un bâtiment déclassé, et obligeamment concédé par l'Etat; ce qui permet de faire des conférences dans les divers ports du littoral, et aussi d'exercer les élèves à la manœuvre des engins en haute mer. Si un nouveau procédé de pêche fait son apparition, il peut être expérimenté, et on est fixé de la sorte sur les résultats pratiques qu'il peut fournir.

Chaque école modifie ainsi, suivant la région où elle se trouve, le programme que nous avons indiqué, augmentant ou diminuant, suivant les cas, l'importance de certains cours; mais, dans ses grandes lignes, l'enseignement reste partout le même.

Devant les résultats accomplis, la Société a dû étendre son action; elle étudie maintenant toutes les questions ayant rapport à l'Industrie des pêches maritimes, ou susceptibles d'améliorer le sort des marins; elle met au concours tous les ans un certain nombre de propositions, dont la solution présente le plus grand intérêt. Le concours de 1897, pour lequel M. le Président de la République, les ministres de la Marine et de l'Instruction publique ont bien voulu donner des prix, a eu comme conséquence la création d'une école à Philippeville. Enfin, pour donner à ses travaux un champ plus vaste, la Société a organisé un Congrès international des pêches aux Sables-d'Olonne en 1896, et en prépare un second qui aura lieu à Dieppe en 1898, sous la présidence de M. Ed. Perrier, membre de l'Institut. Ajoutons aussi qu'on lui a confié l'organisation de la Section française à l'Exposition internationale des pêches qui doit s'ouvrir à Bergen (Norvège) en mai 1898.

L'Etat s'intéresse vivement au développement de cette œuvre, et, pour permettre la réalisation des diverses parties de son vaste programme, il a accordé à la Société et aux écoles de pêche, 27.200 francs de subvention en 1897.

J. Pérard,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

§ 3. — Mécanique appliquée

Automobilisme. — Au moment où le problème de l'automobilisme met à mal l'esprit de tant d'inventeurs, il semble curieux de signaler l'idée nouvelle d'une sorte de roulotte à vapeur, imaginée par M. Renodier et construite par M. Jeantaud. Le système consiste en une longue voiture traînée par un *tracteur* de Dion et Bouton, et aménagée de façon à servir à la fois de véhicule et d'hôtel à toute une famille de voyageurs.

Depuis longtemps les Anglais possèdent sur la Tamise des bateaux traînés par des chevaux de halage et auxquels le propriétaire fait faire escale aux points du fleuve où il lui plaît de séjourner pour explorer la contrée. Le bateau contient salon, chambres à coucher, cuisine, etc. ; sur le pont sont logées barques et bicyclettes à la disposition des passagers. C'est un système de ce genre, mais susceptible de rouler sur nos grandes routes et non de naviguer, que M. Renodier a voulu créer.

Sa roulotte (fig. 1 et 2) a — indépendamment du *tracteur* — $7^m,70$ de longueur sur $2^m,50$ de largeur et $2^m,40$ de hauteur de coffre. Elle repose sur un axe à deux roues placé vers l'arrière, et sur le *tracteur* situé à l'avant. Sur le milieu d'un de ses côtés est la porte d'entrée, à laquelle on accède par un escalier mobile qui se replie sous la voiture. Cette porte donne accès à un couloir latéral, de $0^m,50$ de largeur, sur lequel débouchent deux grandes chambres munies d'armoires, une salle de bain avec toilette et une cuisine. Chaque chambre contient deux sofas susceptibles d'être transformés en lits. Dans la cuisine, desservie encore par une porte spéciale s'ouvrant à l'arrière, sont disposés deux hamacs servant de lits au cuisinier et au chauffeur. Le refend qui sépare les deux chambres se rabat à volonté pour constituer pendant le jour grand salon ou salle à manger. Chaque pièce est éclairée par un châssis à glace mobile, le couloir par trois de ces châssis.

Sur l'impériale sont aménagées trois banquettes de quatre places chacune, susceptibles de se replier pour permettre au véhicule de passer sous les tunnels et les ponts les plus bas. A côté l'on peut encore placer la provision de combustible et un réservoir à eau. Les provisions de bouche, la boisson sont logées sous le cadre de la voiture.

Le *tracteur* de Dion et Bouton, de la force de 30 chevaux, peut remorquer un poids de 8 tonnes avec une vitesse de 16 kilomètres à l'heure et franchir des rampes de 10 millimètres. La consommation de coke est d'environ 15 centimes par kilomètre. L'ensemble de la roulotte et de son tracteur peut circuler sur toutes les routes nationales et départementales.

Peut-être la *Revue* trouvera-t-elle quelque jour l'occasion d'appliquer ce système à des voyages ayant pour

objet l'exploration géologique ou botanique de quelque région de la France.

§ 4. — Chimie

Le nouvel élément annoncé par M. G.-G. Boucher. — Un certain nombre d'abonnés de la *Revue* nous ont écrit au sujet du nouvel élément qu'un chimiste de la *North Londsdale Iron and Steel Company*, d'Ulverston (Lancashire), M. G.-G. Boucher, annonce avoir trouvé dans le fer[1], et ils nous prient de les renseigner sur cette découverte. Nous l'aurions déjà fait si ladite découverte avait été, de la part de l'auteur, l'objet d'une description qui permît d'en discuter la validité. Pour répondre au désir de nos correspondants, M. A. Etard a bien voulu nous donner l'indication provisoire que voici :

« M. G.-G. Boucher a traité cent grammes de fer par l'acide chlorhydrique, puis, au moyen de l'hydrogène sulfuré, il a obtenu de la solution un précipité minuscule où il a trouvé quelques milligrammes d'un oxyde fusible et se sublimant en aiguilles fort longues. Il émet l'hypothèse d'un élément nouveau en attendant toutefois, avec juste raison, la consécration d'une étude spectrale précise. On n'est pas assez habitué à penser que dans du fer il y a, en réalité, une multitude d'impuretés à des doses infinitésimales. En outre, quand on cherche sur deux ou trois milligrammes de matière à faire les séparations analytiques ordinaires, alors même qu'il y a des éléments rares, on est à peu près certain de se tromper, car les purifications sont très incomplètes. Dans ces analyses minuscules, il faut tenir compte de la limite de solubilité et d'entraînement des précipités, parce que rien n'est absolument insoluble et purifiable. Pour le nouvel élément annoncé, rien n'est impossible à croire, mais il est indispensable d'attendre. M. C.-H. Jones[1] pense que le nouveau métal présomptif ne serait que du molybdène, et cela d'après les réactions très soigneusement décrites par M. G.-G. Boucher. Jusqu'à nouvelle information, je partage tout à fait cette opinion.

« A. Etard,
Répétiteur à l'Ecole Polytechnique. »

[1] *Chemical News*, n° 1970.

§ 5. — Zoologie

L'Index à fiches du Concilium bibliographicum. — Le troisième Congrès international de Zoologie tenu l'an dernier à Leyde a voté à l'unanimité la création d'un Bureau International de Bibliographie. Sous le nom de *Concilium bibliographicum*, ce Bureau est actuellement établi à Zurich[2]; il y fonctionne depuis près de deux ans. Ses débuts n'ont pas été très heureux. La maladie de son directeur et surtout la nouveauté de son programme l'ont empêché pendant longtemps de faire œuvre utile. L'entreprise comporte, en effet, la publication du premier grand index scientifique à fiches qui ait jamais existé. Or, les méthodes courantes de la bibliographie sont absolument inapplicables à une telle œuvre, de sorte qu'on a été, à la fin, obligé de suspendre la publication des fiches et de soumettre le système à une étude approfondie. L'élaboration du système ayant été achevée il y a quelques mois, il a paru au diecteur, M. Herbert Haviland-Field, que le nombre des fiches de la nouvelle série est assez considérable pour servir de spécimen; aussi a-t-il tout récemment (2 novembre) présenté à l'Académie des Sciences l'exposé du plan adopté et les premiers résultats acquis.

[1] *Chemical News*, octobre 1897.
[2] *Concilium bibliographicum*, Oberstrass, Zurich.

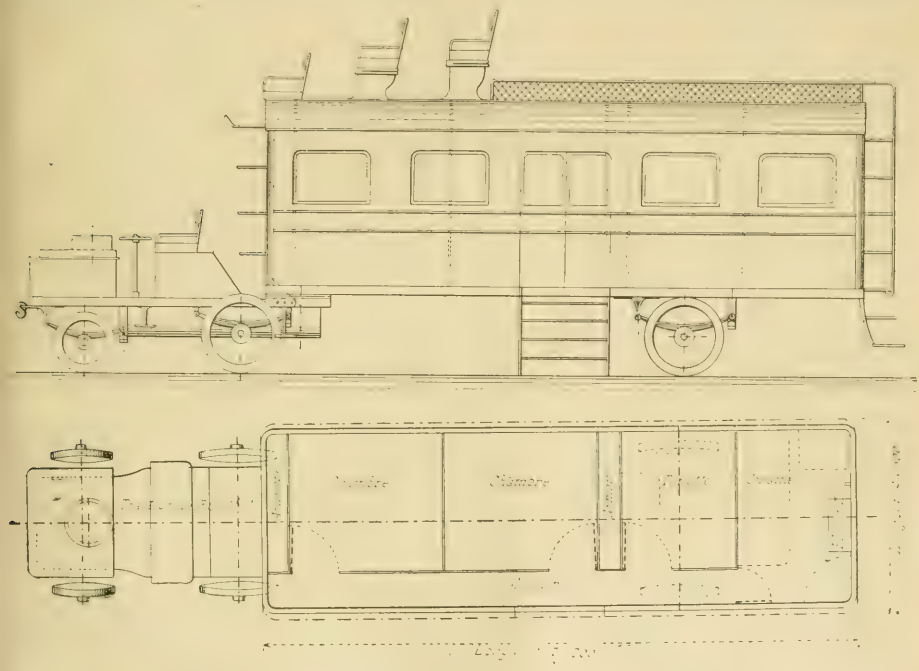


Fig. 1 et 2. — *Elévation et plan de la roulotte de MM. Renodier et Jeantaud.*

Ces résultats sont considérables, et l'on peut dire que la bibliographie entreprise réunit, à plusieurs égards, des qualités de tout premier ordre. Jusqu'à présent, les bibliographies avaient oscillé entre deux solutions extrêmes : la multiplicité des titres, ou la réduction des divisions à un petit nombre de chefs. Le *Concilium* a renoncé à prendre comme têtes de chapitres des divisions détaillées, ce qui avait l'inconvénient d'encombrer les cadres et de rendre tout renseignement précis impossible; mais, d'autre part, il a multiplié le plus possible en chaque division les *sous-divisions*. C'est le grand mérite de la nouvelle bibliographie d'avoir su réunir les avantages des deux méthodes en en écartant tous les inconvénients.

Sans avoir les fiches en main, il est difficile de faire comprendre le maniement du Catalogue. Bornons-nous donc à dire que la bibliographie indique immédiatement à qui la consulte ce qui a été publié ou se publie sur des questions telles que : *Coloration des animaux, Mimétisme, Faune d'un département de la France, Dents des Sélaciens*, etc.

Etant destiné aux spécialistes, le Catalogue sur fiches sera divisé en séries, dont chacune pourra être acquise séparément par l'intéressé. Celui-ci pourra, non seulement se procurer par achat la série qui le concerne, mais, au moyen d'un abonnement, continuer à recevoir, à mesure de l'apparition, toutes les fiches dont sa série s'enrichira par la suite. C'est là une disposition des plus heureuses qui contribuera certainement aux progrès des recherches et dont il faut féliciter hautement le *Concilium*.

§ 6. — Hygiène industrielle

Le Phosphorisme. — La fabrication des allumettes au phosphore blanc a toujours été considérée comme l'une des plus dangereuses pour les ouvriers. L'Académie de Médecine a, dès 1860, demandé la substitution du phosphore rouge au phosphore blanc; le Comité Consultatif d'Hygiène, la Société de Médecine publique ont émis des vœux dans le même sens. Cette année, en mars, l'Académie de Médecine a, de nouveau, attiré l'attention sur ce sujet, en réclamant la suppression du phosphore blanc comme le seul moyen capable d'assurer l'assainissement *définitif* de l'industrie des allumettes. Dans un travail très documenté[1], M. Riche vient de démontrer qu'il n'est pas nécessaire d'en venir à cette mesure radicale pour faire disparaître les accidents dus au phosphore.

D'après des travaux récents, la nécrose du maxillaire inférieur observée chez les ouvriers serait de nature microbrienne; les vapeurs de phosphore ou de composés oxygénés du phosphore absorbées prépareraient un terrain favorable sans être la cause directement efficiente de cette nécrose. La carie dentaire, une inflammation des gencives pourraient ouvrir un passage à l'infection microbienne.

Si ces observations sont bien fondées, on devra diminuer considérablement les effets du phosphorisme en entraînant au dehors les vapeurs phosphoriques par une ventilation forcée, en sélectionnant les ouvriers à leur entrée à l'usine, en écartant ceux qui, par une lésion dentaire initiale, seraient plus particulièrement exposés aux atteintes du mal. On devra, en outre, diminuer la quantité de phosphore des pâtes, effectuer le trempage à froid au lieu de le faire à chaud, et établir un roulement dans les fabriques pour que le trempage ne soit pas toujours effectué par les mêmes ouvriers.

Dans les usines où toutes ces mesures préventives sont observées, on a vu diminuer le nombre des accidents dus au phosphore. Ils ont même disparu complètement dans plusieurs d'entre elles.

Il est sans doute très désirable de voir remplacer le phosphore blanc par le phosphore rouge dans la fabrication des allumettes, mais, à défaut de cette substitution, des mesures hygiéniques convenables — ventilation, isolement, alternance dans le travail, propreté — sont capables de faire disparaître les accidents dus au phosphorisme.

Marcel Guichard.

[1] *Journ. de Pharm. et de Chim.*, sept. et oct. 1897.

§ 7. — Sociétés savantes

Cercle Saint-Simon. — Nous avons le plaisir d'annoncer à nos lecteurs l'extension que va prochainement recevoir le Cercle Saint-Simon où, depuis ses origines, se réunissaient surtout des historiens et un certain nombre d'hommes de lettres. Le Cercle, élargissant ses cadres, a déjà accueilli des hommes de science, et il se propose, croyons-nous, de devenir, au lieu du Cercle Historique qu'il était, le Cercle des Sociétés Savantes. Ayant son siège à l'Hôtel des Sociétés savantes (28, rue Serpente), il comprendra comme membres des représentants de toutes les branches du savoir, appartenant aussi bien aux sciences de la Nature qu'aux sciences historiques et aux lettres.

Le Cercle a récemment renouvelé son bureau. Le président actuel est M. Léger, professeur au Collège de France; les vice-présidents sont MM. Gariel et Alf. Croiset. En appelant M. Gariel à la vice-présidence, le Comité a tenu à marquer nettement son intention d'ouvrir de plus en plus le cercle aux représentants des études scientifiques. Le trésorier est M. Angot, professeur à l'Institut agronomique. M. Charles Richet est membre du Comité.

Le cercle possède une bibliothèque de prêt à laquelle on emprunte chaque année près d'un millier de volumes. Il reçoit plus de cent revues et une trentaine de journaux dans toutes les langues de l'Europe.

La cotisation est des plus modestes (72 francs par an pour les membres sociétaires, 24 francs pour les adhérents de province). Ceux de nos lecteurs qui désireraient des cartes d'admission temporaire peuvent en demander au Président du Cercle.

§ 8. — Universités

Le discours de M. Meslin sur l'Energétique, à la rentrée solennelle des Facultés, à Montpellier. — Le discours de rentrée des Facultés de l'Université de Montpellier a été prononcé cette année par M. Meslin, professeur de Physique à la Faculté des Sciences de cette ville. Après avoir rappelé quelques découvertes importantes dans le domaine des Sciences physiques, M. Meslin indique qu'une science nouvelle s'est constituée en ces dernières années, l'*Energétique*. Elle traite de la façon dont l'énergie se transforme en changeant d'aspect et comment elle se dépense. Cette science repose sur deux principes fondamentaux.

Le premier, appelé principe de l'Equivalence, a été énoncé par Meyer; il indique que l'*énergie* aussi bien que la *matière* est indestructible et qu'elle ne fait que changer de forme en conservant une valeur numérique invariable;

Du second principe, formulé par Carnot et Clausius, on peut déduire que, dans un système où des transformations se produisent, l'énergie, quoique gardant toujours la même valeur, revêt une forme sous laquelle elle devient de moins en moins utilisable, et le système tend peu à peu vers un état d'une stabilité telle, qu'aucune action ne peut s'y produire. Il existe une certaine grandeur, l'*entropie*, qui ne peut qu'augmenter, si bien que lorsqu'elle a pris la valeur la plus grande qu'elle peut acquérir dans le système, aucune transformation n'est plus possible.

Si l'on applique ces conclusions à l'Univers tout entier, considéré comme un système isolé, on peut prévoir que, tout en conservant invariable l'énergie qui y est distribuée, il subit une usure au point de vue de l'utilisation de cette énergie et qu'il est susceptible d'une sorte d'évolution et de mort.

On peut se borner à ces considérations générales sans avoir la prétention d'assigner une époque déterminée pour l'ère de repos que la Science permet d'entrevoir.

LES RAPPORTS DE L'ANALYSE ET DE LA PHYSIQUE MATHÉMATIQUE

Au récent Congrès international des Mathématiciens, *dont M. Émile Borel a rendu compte ici même*[1], *notre illustre collaborateur M. Henri Poincaré avait été inscrit pour une lecture sur les rapports de l'Analyse et de la Physique mathématique. Mais, subitement retenu à Paris par un douloureux événement, l'éminent savant ne put qu'adresser au Congrès le manuscrit de sa conférence; nous le remercions d'avoir bien voulu réserver à la* Revue *la publication de cette magistrale étude.*

LA DIRECTION.

I

On vous a sans doute souvent demandé à quoi servent les Mathématiques et si ces délicates constructions que nous tirons tout entières de notre esprit ne sont pas artificielles et enfantées par notre caprice.

Parmi les personnes qui font cette question, je dois faire une distinction. Les gens pratiques réclament seulement de nous le moyen de gagner de l'argent. Ceux-là ne méritent pas qu'on leur réponde. C'est à eux plutôt qu'il conviendrait de demander à quoi bon accumuler tant de richesses, et si, pour avoir le temps de les acquérir, il faut négliger l'Art et la Science, qui seuls nous font des âmes capables d'en jouir :

Et, propter vitam, vivendi perdere causas.

D'ailleurs, une science uniquement faite en vue des applications est impossible; les vérités ne sont fécondes que si elles sont enchaînées les unes aux autres; si l'on s'attache seulement à celles dont on attend un résultat immédiat, les anneaux intermédiaires manqueront, et il n'y aura plus de chaîne.

Les hommes les plus dédaigneux de la théorie y trouvent sans s'en douter un aliment quotidien; si l'on était privé de cet aliment, le progrès s'arrêterait rapidement et nous nous figerions bientôt dans l'immobilité de la Chine.

Mais c'est assez nous occuper des praticiens intransigeants; à côté d'eux, il y a ceux qui sont seulement curieux de la Nature et qui nous demandent si nous sommes en état de la leur mieux faire connaître. Pour leur répondre, nous n'avons qu'à leur montrer les deux monuments, déjà ébauchés, de la Mécanique céleste et de la Physique mathématique. Ils nous concéderaient sans doute que ces monuments valent bien la peine qu'ils nous ont coûtée. Mais ce n'est pas assez.

Les Mathématiques ont un triple but. Elles doivent fournir un instrument pour l'étude de la Nature. Mais ce n'est pas tout, elles ont un but philosophique, et, j'ose le dire, un but esthétique :

Elles doivent inciter le philosophe à approfondir les notions de nombre, d'espace, de temps;

Et surtout leurs adeptes y trouvent des jouissances analogues à celles que donnent la peinture et la musique. Ils admirent la délicate harmonie des nombres et des formes; ils s'émerveillent quand une découverte nouvelle leur ouvre une perspective inattendue; et la joie qu'ils éprouvent ainsi n'a-t-elle pas le caractère esthétique, bien que les sens n'y prennent aucune part? Peu de privilégiés sont appelés à la goûter pleinement, cela est vrai; mais n'est-ce pas ce qui arrive pour les arts les plus nobles? C'est pourquoi je n'hésite pas à dire que les Mathématiques méritent d'être cultivées pour elles-mêmes et que les théories qui ne peuvent être appliquées à la Physique doivent être étudiées comme les autres.

Quand même le but physique et le but esthétique ne seraient pas solidaires, nous ne devrions sacrifier ni l'un ni l'autre. Mais il y a plus: ces deux buts sont inséparables, et le meilleur moyen d'atteindre l'un, c'est de viser l'autre, ou du moins de ne jamais le perdre de vue. C'est ce que je vais m'efforcer de démontrer en précisant la nature des rapports entre la Science pure et ses applications.

Le mathématicien ne doit pas être pour le physicien un simple fournisseur de formules; il faut qu'il y ait entre eux une collaboration plus intime. La Physique mathématique et l'Analyse pure ne sont pas seulement des puissances limitrophes, entretenant des rapports de bon voisinage; elles se pénètrent mutuellement, et leur esprit est le même. C'est ce que l'on comprendra mieux quand j'aurai montré ce que la Physique reçoit de la Mathématique et ce que la Mathématique, en retour, emprunte à la Physique.

II

Le physicien ne peut demander à l'analyste de lui révéler une vérité nouvelle; tout au plus celui-ci pourrait-il l'aider à la pressentir.

Il y a longtemps que personne ne songe plus à

[1] *Revue générale des Sciences* du 15 octobre 1897, t. VIII, pages 783 et suiv.

devancer l'expérience, ou à construire le monde de toutes pièces sur quelques hypothèses hâtives. De toutes ces constructions où l'on se complaisait encore naïvement il y a un siècle, il ne reste plus aujourd'hui que des ruines.

Toutes les lois sont donc tirées de l'expérience; mais, pour les énoncer, il faut une langue spéciale; le langage ordinaire est trop pauvre, il est, d'ailleurs, trop vague, pour exprimer des rapports si délicats, si riches et si précis. Voilà donc une première raison pour laquelle le physicien ne peut se passer des Mathématiques : elles lui fournissent la seule langue qu'il puisse parler.

Et ce n'est pas une chose indifférente qu'une langue bien faite : pour ne pas sortir de la Physique, l'homme inconnu qui a inventé le mot *chaleur* a voué bien des générations à l'erreur; on a traité la chaleur comme une substance, simplement parce qu'elle était désignée par un substantif, et on l'a crue indestructible. En revanche, celui qui a inventé le mot *électricité* a eu le bonheur immérité de doter implicitement la Physique d'une loi nouvelle, celle de la conservation de l'électricité, qui, par un pur hasard, s'est trouvée exacte, du moins jusqu'à présent.

Eh bien, pour poursuivre la comparaison, les écrivains qui embellissent une langue, qui la traitent comme un objet d'art, en font en même temps un instrument plus souple, plus apte à rendre les nuances de la pensée. On comprend alors comment l'analyste, qui poursuit un but purement esthétique, contribue par cela même à créer une langue plus propre à satisfaire le physicien.

Mais ce n'est pas tout; la loi sort de l'expérience, mais elle n'en sort pas immédiatement. L'expérience est individuelle, la loi qu'on en tire est générale; l'expérience n'est qu'approchée, la loi est précise ou du moins prétend l'être. L'expérience se fait dans des conditions toujours complexes; l'énoncé de la loi élimine ces complications. C'est ce que l'on appelle « corriger les erreurs systématiques ».

En un mot, pour tirer la loi de l'expérience, il faut généraliser ; c'est une nécessité qui s'impose à l'observateur le plus circonspect. Mais comment généraliser ? Toute vérité particulière peut évidemment être étendue d'une infinité de manières. Entre les mille chemins qui s'ouvrent devant nous, il faut faire un choix, au moins provisoire; dans ce choix, qui nous guidera ?

Ce ne pourra être que l'analogie. Mais, que ce mot est vague! L'homme primitif ne connaît que les analogies grossières, celles qui frappent les sens, celles des couleurs ou des sons. Ce n'est pas lui qui aurait songé à rapprocher, par exemple, la lumière de la chaleur rayonnante.

Qui nous a appris à connaître les analogies véritables, profondes, celles que les yeux ne voient pas et que la raison devine? C'est l'esprit mathématique, qui dédaigne la matière pour ne s'attacher qu'à la forme pure. C'est lui qui nous a enseigné à nommer du même nom des êtres qui ne diffèrent que par la matière, à nommer du même nom, par exemple, la multiplication des quaternions et celle des nombres entiers.

Si les quaternions, dont je viens de parler, n'avaient été si promptement utilisés par les physiciens anglais, bien des personnes n'y verraient sans doute qu'une rêverie oiseuse; et pourtant, en nous apprenant à rapprocher ce que les apparences séparent, ils nous auraient déjà rendus plus aptes à pénétrer les secrets de la Nature.

Voilà les services que le physicien doit attendre de l'Analyse; mais, pour que cette science puisse les lui rendre, il faut qu'elle soit cultivée de la façon la plus large, sans préoccupation immédiate d'utilité ; il faut que le mathématicien ait travaillé en artiste. Ce que nous lui demandons, c'est de nous aider à voir, à discerner notre chemin dans le dédale qui s'offre à nous. Or, celui qui voit le mieux, c'est celui qui s'est élevé le plus haut.

Les exemples abondent, je me bornerai aux plus frappants.

Le premier nous montrera comment il suffit de changer de langage pour apercevoir des généralisations qu'on n'avait pas d'abord soupçonnées. Quand la loi de Newton s'est substituée à celle de Képler, on ne connaissait encore que le mouvement elliptique. Or, en ce qui concerne ce mouvement, les deux lois ne diffèrent que par la forme : on passe de l'une à l'autre par une simple différentiation. Et cependant de la loi de Newton, on peut déduire, par une généralisation immédiate, tous les effets des perturbations et toute la Mécanique céleste. Jamais, au contraire, si l'on avait conservé l'énoncé de Képler, on n'aurait regardé les orbites des planètes troublées, — ces courbes compliquées dont personne n'a jamais écrit l'équation, — comme les généralisations naturelles de l'ellipse. Les progrès des observations n'auraient servi qu'à faire croire au chaos.

Le second exemple mérite également d'être médité. Quand Maxwell a commencé ses travaux, les lois de l'Electrodynamique admises jusqu'à lui rendaient compte de tous les faits connus. Ce n'est pas une expérience nouvelle qui est venue les infirmer. Mais, en les envisageant sous un biais nouveau, Maxwell a reconnu que les équations deviennent plus symétriques quand on y ajoute un terme, et, d'autre part, ce terme était trop petit pour produire des effets appréciables avec les méthodes anciennes. On sait que les vues *a priori* de Maxwell ont attendu vingt ans une confirmation expérimen-

tale; ou, si vous aimez mieux, Maxwell a devancé de vingt ans l'expérience. Comment ce triomphe a-t-il été obtenu ?

C'est que Maxwell était profondément imprégné du sentiment de la symétrie mathématique; en aurait-il été de même, si d'autres n'avaient, avant lui, recherché cette symétrie pour sa beauté propre?

C'est que Maxwell était habitué à « penser en vecteurs », et pourtant, si les vecteurs se sont introduits dans l'Analyse, c'est par la Théorie des Imaginaires. Et ceux qui ont inventé les Imaginaires ne se doutaient guère du parti qu'on en tirerait pour l'étude du monde réel; le nom qu'ils leur ont donné le prouve suffisamment.

Maxwell, en un mot, n'était peut-être pas un habile analyste, mais cette habileté n'aurait été pour lui qu'un bagage inutile et gênant. Au contraire, il avait au plus haut degré le sens intime des analogies mathématiques. C'est pour cela qu'il a fait de bonne Physique mathématique.

L'exemple de Maxwell nous apprend encore autre chose. Comment faut-il traiter les équations de la Physique mathématique ? Devons-nous simplement en déduire toutes les conséquences, et les regarder comme des réalités intangibles? Loin de là; ce qu'elles doivent nous apprendre surtout, c'est ce qu'on peut et ce qu'on doit y changer. C'est comme cela que nous en tirerons quelque chose d'utile.

Le troisième exemple va nous montrer comment nous pouvons apercevoir des analogies mathématiques entre des phénomènes qui n'ont physiquement aucun rapport ni apparent, ni réel, de telle sorte que les lois de l'un de ces phénomènes nous aident à deviner celles de l'autre. Une même équation, celle de Laplace, se rencontre dans la théorie de l'attraction newtonienne, dans celle du mouvement des liquides, dans celle du potentiel électrique, dans celle du magnétisme, dans celle de la propagation de la chaleur et dans bien d'autres encore. Qu'en résulte-t-il? Ces théories semblent des images calquées l'une sur l'autre; elles s'éclairent mutuellement, en s'empruntant leur langage; demandez aux électriciens s'ils ne se félicitent pas d'avoir inventé le mot de « flux de force », suggéré par l'Hydrodynamique, et la théorie de la Chaleur.

Ainsi, les analogies mathématiques, non seulement peuvent nous faire pressentir les analogies physiques, mais encore ne cessent pas d'être utiles, quand ces dernières font défaut.

En résumé, le but de la Physique mathématique n'est pas seulement de faciliter au physicien le calcul numérique de certaines constantes ou l'intégration de certaines équations différentielles. Il est encore, il est surtout de lui faire connaître l'harmonie cachée des choses en les lui faisant voir d'un nouveau biais.

De toutes les parties de l'Analyse, ce sont les plus élevées, ce sont les plus pures, pour ainsi dire, qui seront les plus fécondes entre les mains de ceux qui savent s'en servir.

III

Voyons maintenant ce que l'Analyse doit à la Physique.

Il faudrait avoir complètement oublié l'histoire de la science pour ne pas se rappeler que le désir de connaître la Nature a eu sur le développement des Mathématiques l'influence la plus constante et la plus heureuse,

En premier lieu, le physicien nous pose des problèmes dont il attend de nous la solution. En nous les proposant, il nous a payé largement d'avance le service que nous pourrons lui rendre, si nous parvenons à les résoudre. Si l'on veut me permettre de poursuivre ma comparaison avec les Beaux-Arts, le mathématicien pur qui oublierait l'existence du monde extérieur, serait semblable à un peintre qui saurait harmonieusement combiner les couleurs et les formes, mais à qui les modèles feraient défaut. Sa puissance créatrice serait bientôt tarie.

Les combinaisons que peuvent former les nombres et les symboles forment une multitude infinie. Dans cette multitude, comment choisirons-nous celles qui sont dignes de retenir notre attention? Nous laisserons-nous uniquement guider par notre caprice? Ce caprice, qui, lui-même, d'ailleurs, ne tarderait pas à se lasser, nous entraînerait sans doute bien loin les uns des autres et nous cesserions promptement de nous entendre entre nous.

Mais ce n'est là que le petit côté de la question. La Physique nous empêchera sans doute de nous égarer, mais elle nous préservera aussi d'un danger bien plus redoutable: elle nous empêchera de tourner sans cesse dans le même cercle. L'histoire le prouve, la Physique ne nous a pas seulement forcés de choisir entre les problèmes qui se présentaient en foule: elle nous en a imposé auxquels nous n'aurions jamais songé sans elle. Quelque variée que soit l'imagination de l'homme, la Nature est mille fois plus riche encore. Pour la suivre, nous devons prendre des chemins que nous avions négligés, et ces chemins nous conduisent souvent à des sommets d'où nous découvrons des paysages nouveaux.

Quoi de plus utile! Il en est des symboles mathématiques comme des réalités physiques; c'est en comparant les aspects différents des choses que nous pourrons en comprendre l'harmonie intime, qui seule est belle et par conséquent digne de nos efforts.

Le premier exemple que je citerai est tellement

ancien qu'on serait tenté de l'oublier; il n'en est pas moins le plus important de tous. Le seul objet naturel de la pensée mathématique, c'est le nombre entier. C'est le monde extérieur qui nous a imposé le continu, que nous avons inventé sans doute, mais qu'il nous a forcés à inventer. Sans lui, il n'y aurait pas d'Analyse infinitésimale; toute la science mathématique se réduirait à l'Arithmétique ou à la Théorie des substitutions.

Au contraire, nous avons consacré à l'étude du continu presque tout notre temps et toutes nos forces. Qui le regrettera? qui croira que ce temps et ces forces ont été perdus?

L'Analyse nous déroule des perspectives infinies que l'Arithmétique ne soupçonne pas; elle nous montre d'un coup d'œil un ensemble grandiose, dont l'ordonnance est simple et symétrique; au contraire, dans la théorie des nombres, où règne l'imprévu, la vue est pour ainsi dire arrêtée à chaque pas.

Sans doute, on vous dira qu'en dehors du nombre entier, il n'y a pas de rigueur, et par conséquent pas de vérité mathématique; que partout il se cache, et qu'il faut s'efforcer de rendre transparents les voiles qui le dissimulent, dût-on pour cela se résigner à d'interminables redites. Ne soyons pas si puristes et soyons reconnaissants au *continu*, qui, si tout sort du nombre entier, était seul capable d'en faire tant sortir.

Ai-je besoin, d'ailleurs, de rappeler que M. Hermite a tiré un parti surprenant de l'introduction des variables continues dans la théorie des nombres? Ainsi, le domaine propre du nombre entier est envahi lui-même, et cette invasion a rétabli l'ordre là où régnait le désordre. Voilà ce que nous devons au *continu* et par conséquent à la Nature physique.

La série de Fourier est un instrument précieux dont l'analyste fait un usage continuel; mais si Fourier l'a inventée, c'est pour résoudre un problème de Physique; si ce problème ne s'était posé naturellement, on n'aurait jamais osé rendre au *discontinu* ses droits; on aurait longtemps encore regardé les fonctions continues comme les seules fonctions véritables.

La notion de *fonction* s'est par là considérablement étendue et a reçu de quelques analystes logiciens un développement imprévu. Ces analystes se sont ainsi aventurés dans des régions où règne l'abstraction la plus pure et se sont éloignés, autant qu'il est possible, du monde réel. C'est cependant un problème de Physique qui leur en a fourni l'occasion.

Derrière la série de Fourier, d'autres séries analogues sont entrées dans le domaine de l'Analyse; elles y sont entrées par la même porte; elles ont été imaginées en vue des applications. Il me suffira de citer celles qui ont pour éléments les fonctions sphériques ou les fonctions de Lamé.

La théorie des équations aux dérivées partielles du second ordre a eu une histoire analogue : elle s'est développée surtout par et pour la Physique. Si les analystes s'étaient abandonnés à leurs tendances naturelles, voici probablement comment ils auraient envisagé ces équations, et comment ils auraient choisi les conditions aux limites :

Supposons, par exemple, une équation entre deux variables x et y et une fonction F de ces deux variables. Ils se seraient donné F et $\frac{dF}{dx}$ pour $x = 0$. C'est ce qu'a fait, par exemple, Mme de Kowalewski dans son célèbre Mémoire. Mais il y a une foule d'autres manières de poser le problème. On peut se donner F tout le long d'un contour fermé, comme dans le problème de Dirichlet, ou se donner le rapport de F à $\frac{dF}{dn}$, comme dans la théorie de la Chaleur.

Toutes ces façons de poser le problème, c'est à la Physique que nous les devons. On peut donc dire que sans elle nous ne connaîtrions pas les équations aux dérivées partielles.

Il est inutile de multiplier les exemples; j'en ai dit assez pour pouvoir conclure. Quand les physiciens nous demandent la solution d'un problème, ce n'est pas une corvée qu'ils nous imposent; c'est nous, au contraire, qui leur devons des remerciements.

IV

Mais ce n'est pas tout; la Physique ne nous donne pas seulement l'occasion de résoudre des problèmes : elle nous aide à en trouver les moyens; et cela, de deux manières : elle nous fait pressentir la solution; elle nous suggère des raisonnements.

J'ai parlé plus haut de l'équation de Laplace, que l'on rencontre dans une foule de théories physiques fort éloignées les unes des autres. On la retrouve en Géométrie, dans la Théorie de la représentation conforme, et, en Analyse pure, dans celle des Imaginaires. De cette façon, dans l'étude des fonctions de variables complexes, l'analyste, à côté de l'image géométrique, qui est son instrument habituel, trouve plusieurs images physiques dont il peut faire usage avec le même succès. Grâce à ces images, il peut voir d'un coup d'œil ce que la déduction pure ne lui montrerait que successivement. Il rassemble ainsi les éléments épars de la solution, et, par une sorte d'intuition, devine avant de pouvoir démontrer.

Deviner avant de démontrer! Ai-je besoin de rappeler que c'est ainsi que se sont faites toutes

les découvertes importantes? Que de vérités que les analogies physiques nous permettent de pressentir et que nous ne sommes pas encore en état d'établir par un raisonnement rigoureux ! Par exemple, la Physique mathématique introduit un grand nombre de développements en séries. Ces développements convergent, personne n'en doute ; mais la certitude mathématique fait défaut. Ce sont autant de conquêtes assurées pour les chercheurs qui viendront après nous.

La Physique, d'autre part, ne nous fournit pas seulement des solutions : elle nous fournit encore, dans une certaine mesure, des raisonnements. Il me suffira de rappeler comment M. Klein, dans une question relative aux surfaces de Riemann, a eu recours aux propriétés des courants électriques. Il est vrai que les raisonnements de ce genre ne sont pas rigoureux, au sens que l'analyste attache à ce mot.

Et, à ce propos, une question se pose : comment une démonstration, qui n'est pas assez rigoureuse pour l'analyste, peut-elle suffire au physicien ? Il semble qu'il ne peut y avoir deux rigueurs, que la rigueur est ou n'est pas, et que là où elle n'est pas, il ne peut y avoir de raisonnement.

On comprendra mieux ce paradoxe apparent, en se rappelant dans quelles conditions le nombre peut s'appliquer aux phénomènes naturels. D'où proviennent, en général, les difficultés que l'on rencontre quand on veut rendre une démonstration rigoureuse? On s'y heurte presque toujours en voulant établir que telle quantité tend vers telle limite, ou que telle fonction est continue, ou qu'elle a une dérivée. Or, les nombres que le physicien mesure par l'expérience ne lui sont jamais connus qu'approximativement, et, d'autre part, une fonction quelconque diffère toujours aussi peu que l'on veut d'une fonction discontinue, et, en même temps, elle diffère aussi peu que l'on veut d'une fonction continue.

Le physicien peut donc supposer, à son gré, que la fonction étudiée est continue ou qu'elle est discontinue ; qu'elle a une dérivée ou qu'elle n'en a pas ; et cela, sans crainte d'être jamais contredit, ni par l'expérience actuelle, ni par aucune expérience future. On conçoit qu'avec cette liberté il se joue des difficultés qui arrêtent l'analyste. Il peut toujours raisonner comme si toutes les fonctions qui s'introduisent dans ses calculs étaient des polynômes entiers.

Ainsi, l'aperçu qui suffit à la Physique n'est pas le raisonnement qu'exige l'Analyse. Il ne s'ensuit pas que l'un ne puisse aider à trouver l'autre.

On a déjà transformé en démonstrations rigoureuses tant d'aperçus physiques que cette transformation est aujourd'hui facile. Les exemples abonderaient si je ne craignais, en les citant, de fatiguer votre attention, et si cette conférence n'était déjà trop longue.

J'espère en avoir assez dit pour montrer que l'Analyse pure et la Physique mathématique peuvent se servir l'une l'autre sans se faire l'une à l'autre aucun sacrifice, et que chacune de ces deux sciences doit se réjouir de ce qui élève son associée.

Henri Poincaré,
de l'Académie des Sciences
et du Bureau des Longitudes
Professeur de Mécanique Céleste à la Sorbonne.

LE MUSÉE COLONIAL DE MARSEILLE

« Nous sommes, nous, Français, — disait l'année dernière M. Bonvalot, dans une conférence faite à Riom, — d'une inertie homicide vis-à-vis de la France extérieure. Quand il s'agit de la conquête d'une colonie, nous sommes tout feu tout flamme ; il nous faut des dépêches tous les jours ; mais, une fois la campagne terminée, les discours prononcés, les arcs de triomphe démolis, plus rien ! Nous n'y pensons plus ! » Et M. Bonvalot ajoutait encore : « Qu'allons-nous faire du Congo, de Madagascar, du Tonkin, de l'Indo-Chine, etc.? Voulez-vous liquider la situation? Mettez le Tonkin en vente, il sera acheté, le jour même, à Hong-Kong, par les Anglais, et vous verrez ce qu'ils y feront ! Toute colonie est une matière première, qui vaut par la façon dont on la manipule. »

On ne saurait exprimer en termes plus énergiques et plus nets une vérité moins contestable. Il n'est que trop certain qu'après avoir fait, pour étendre notre domaine colonial, tous les sacrifices nécessaires d'hommes et d'argent, nous ne savons pas justifier la conquête en tirant parti, pour l'industrie française, de la fertilité des pays nouvellement acquis, en utilisant les produits variés qu'ils peuvent nous fournir. On peut même ajouter que la plupart des Français ignorent ces produits, et n'éprouvent aucune gêne à avouer leur ignorance.

C'est pour contribuer, dans la mesure de ses forces, à remédier à cet état de choses, si préjudiciable à nos intérêts, que le Prof. Heckel, mettant à profit ses propres collections résultant de trente années d'études coloniales, faites le plus

souvent sur place même, et la situation, exceptionnelle à cet égard, de Marseille, — fondait, vers la fin de 1893, dans cette ville, un musée colonial.

I. — But et organisation du Musée.

Le programme de cette fondation était, dès le premier jour, bien déterminé; le voici en peu de mots :

1° Mettre sous les yeux du public les produits de nos possessions extérieures, avec des échantillons correspondant à leurs divers usages;

2° Entreprendre des recherches sur la mise en valeur et les applications possibles soit au point de vue alimentaire, soit dans l'industrie, soit en médecine, des plantes inconnues ou mal connues rapportées par les explorateurs;

3° Fournir aux industriels désireux de ne pas laisser improductives, même au prix de quelques risques, nos richesses d'outre-mer, des renseignements sur les exploitations ou les cultures qu'il est préférable d'entreprendre dans telle ou telle région;

4° Enfin, servir d'intermédiaire entre nos diverses colonies et les faire profiter mutuellement des progrès accomplis dans chacune d'elles.

Après une expérience de près de cinq années, pendant lesquelles M. Heckel a pleinement réalisé ce programme, les résultats sont tels qu'il était permis de le souhaiter, et le succès de la création n'est plus à discuter.

Le Musée de Marseille compte aujourd'hui des correspondants dans toutes nos possessions. Médecins, pharmaciens, administrateurs coloniaux et officiers de diverses armes en particulier, ont apporté, — avec un empressement qui prouve l'utilité d'une œuvre appréciée dans ses résultats, — les collections qu'ils ont pu réunir dans leurs moments de loisirs; beaucoup d'industriels et de négociants sont venus exposer leurs produits et offrir, en même temps, des matériaux divers, récoltés incidemment au cours de leurs voyages coloniaux; en outre, plusieurs missions ont été organisées, avec l'aide du Gouvernement, et ont enrichi le premier fonds (missions *Jeanneney*, *Geoffroy* et *Rançon*). Enfin des dons en livres (legs Madinier), grâce à la bienveillance de M. Raoul, sont venus augmenter le capital bien modeste de la bibliothèque essentiellement coloniale.

Grâce à tous ces concours empressés, le Musée est donc entré maintenant dans sa période de pleine activité et possède assez de documents pour qu'une visite y soit un enseignement par les yeux et donne une idée très suffisante des ressources qu'offre, en l'état actuel de nos connaissances, l'exploitation du sol de nos colonies. Aussi est-ce le moment — à l'heure surtout où, sous l'impulsion de quelques hommes d'initiative et d'énergie, un mouvement semble enfin se dessiner en faveur de la colonisation — d'esquisser la courte histoire de ce Musée, inauguré officiellement en février 1896, par M. Mesureur, ministre du Commerce, et honoré, cette année, de la visite de M. Lebon, ministre des Colonies. Un aperçu de sa situation présente permettra de juger ce qu'il est appelé à devenir.

Il n'est que juste, tout d'abord, de rappeler que c'est grâce aux sommes généreusement souscrites par les négociants marseillais que l'installation première a pu être faite. L'administration des Colonies a, d'autre part, fourni le local nécessaire, trop étroit aujourd'hui, dans l'immeuble affecté, près du port de la Joliette, 63, boulevard des Dames, au service colonial.

Ce local, situé au 2e étage, comprend : une vaste pièce, qui est la salle d'exposition; une bibliothèque; et un laboratoire avec ses dépendances.

Sans nous arrêter à la description du laboratoire, et après avoir signalé la bibliothèque confiée aux soins, aussi dévoués que gratuits, de M. Fleury, bibliothécaire de la Faculté des Sciences, parcourons la salle d'exposition.

La plupart des produits y sont rangés, par pays d'origine, dans des vitrines, qui sont, les unes, horizontales, placées sur plusieurs rangs parallèles, au milieu de la salle, et les autres, verticales, appliquées contre les murs. Au-dessous des premières, dans des tiroirs, sont les herbiers. Les objets volumineux tels que manteaux, parasols, armes, costumes, canots, mannequins, billots de bois, etc., sont placés ou sur les parties des murs restant libres ou entre les vitrines horizontales. Il a même été nécessaire, en ces temps derniers, d'utiliser les couloirs et l'escalier.

Citons maintenant les principales collections et les principaux échantillons, sur lesquels l'attention se trouvera attirée au cours d'une visite rapide. Nous commencerons par nos colonies africaines.

II. — Collection des Produits d'Afrique.

Nos possessions de la côte occidentale, *Sénégal*, *Soudan français*, *Guinée française et Dahomey*, sont représentées par de nombreux produits, dont quelques-uns sont aujourd'hui déjà bien connus, grâce aux travaux de M. Heckel :

Le Karité (*Bassia Parkii*), dont les graines fournissent un beurre de bonne qualité, et du tronc duquel s'écoule, en abondance, un latex, qui, coagulé, pourra peut-être remplacer la véritable gutta, de plus en plus rare;

La noix de Kola (*Sterculia acuminata*), devenue d'un usage courant et dont l'histoire a fait l'objet du premier volume des *Annales de l'Institut Colonial de Marseille*;

Le Sérébéli (*Connarus africanus*), dont les graines, riches en tannin, ont des propriétés vermifuges signalées à M. Heckel par le Dr Drevon, médecin principal des colonies;

Le Salikounda (*Copaifera Salikounda*), dont les graines sèches à odeur de coumarine, employées sous forme de pommade par les Sousous, pourraient passer pour un succédané de la Fève Tonka, bien que, d'après les recherches de M. Heckel, celles-ci contiennent dix-sept à dix-huit fois plus de principe aromatique (coumarine);

Le Dadigo ou Balancounfa (*Ceratanthera Beaumetzi*), Scitaminée du Sénégal, tænifuge et purgatif, par ses rhizomes frais et sa tige;

Le Kinkélibah (*Combretum Raimbaulti* Heckel), qui, par ses feuilles employées en décoction, est le spécifique le plus en faveur contre la fièvre bilieuse hématurique, et que M. le Dr Rançon a employé comme tel, avec tant de succès, pendant la dernière expédition de Madagascar;

Le Néré ou Café du Soudan (*Parkia biglobosa*), dont les indigènes consomment, en nature ou en boisson fermentée, la pulpe sucrée des gousses, et dont les graines, torréfiées ou non, servent à faire une infusion théiforme et un condiment apprécié dans le Soudan:

Le Doundaké (*Sarcocephalus esculentus*) que les propriétés fébrifuges et astringentes de son écorce ont fait dénommer le Quinquina africain;

Le M'Bentaméré ou Fedegosa (*Cassia occidentalis*), originaire d'Amérique, et probablement introduit sur la côte d'Afrique, mais qui y est maintenant spontané, et dont toutes les parties sont employées, soit comme toniques, soit comme diurétiques, soit comme fébrifuges, — enfin dont les graines, dans le grand commerce, tendent, après torréfaction, à se substituer à notre chicorée indigène.

A côté de tous ces échantillons (feuilles, graines, produits), sont dans les mêmes vitrines, ou dans les vitrines voisines, les collections offertes par la maison G. Borelli et Mante frères, de Marseille: un régime de palmier oléifère (*Elæis guineensis*), de l'huile de palme, des bandes de Raphia, des exemplaires de *Voandzeia subterranea* (l'arachide sauvage) provenant du Dahomey.

M. Bouëry, ingénieur établi en Guinée française, a exposé des caoutchoucs et des guttas et des troncs et feuilles des *Ficus* (Sakharé, Sakoui, Boro-boron-Khoré) qui les produisent, en même temps que des photographies de ces arbres, dont il poursuit la culture avec un soin et une intelligence admirables.

Sur les rayons réservés au Sénégal sont des arachides de Rufisque et Joal, des caoutchoucs, des cires, des riz, de la gomme copal, donnés par M. Bohn, le directeur si éclairé de la Société française de la Côte occidentale d'Afrique.

Hors vitrine, sont des balafonds[1], dont un a été donné par le Dr Delassus, médecin des colonies, et une série de bois de la Côte d'Ivoire, recueillis par M. Pobéguin, administrateur colonial.

Et à toutes ces collections viennent s'ajouter les documents de toutes sortes (photographies, plantes, armes, etc.) rapportés, en 1894, par le Dr Rançon, d'une mission au Soudan et en Haute-Gambie. Le récit de cette mission, organisée par M. Heckel, et dans laquellle M. Rançon a découvert des peuplades nouvelles dans les pays des Bassarés et des Coniagués, et recueilli d'importants renseignements scientifiques et commerciaux, a été publié dans le deuxième volume des *Annales du Musée Colonial de Marseille.*

Au *Gabon-Congo,* nous retrouvons quelques-uns des produits précédents, mais on peut, entre autres, y signaler en plus:

L'O'Dika (*Irvingia gabonensis*), avec les graines duquel on prépare un pain gras très nutritif, d'une astringence analogue à celle du cacao, et un beurre, moins cher que celui du cacao, qui peut être employé pour la pharmacie et pour l'industrie de la stéarinerie:

L'Owala (*Pentaclethra macrophylla*), dont les immenses gousses contiennent aussi des graines grasses. La maison Fournier, de Marseille, a fabriqué dernièrement, avec les corps gras de ces graines, des bougies à aspect de porcelaine, présentant l'avantage de fondre à une plus haute température que les bougies ordinaires, et, par suite, coulant très peu. Ces bougies, ainsi que des savons et de la glycérine provenant du traitement de toutes ces graines, sont exposés au Musée. Cette graine, étudiée comme l'O'Dika, par M. Heckel, paraît être d'un grand avenir industriel.

Et, envoyés de la même région, citons encore: l'Iboga (*Tabernanthe Iboga*) dont les racines sont très recherchées des noirs qui s'en servent pour chasser le sommeil et comme excitant génésique; des caoutchoucs, des latex et des fragments de *Landolphia*, qui ont été envoyés du Fernan-Vaz par M. Foret; différentes graines de Muscadier sauvage propres à donner des graisses, le Poussah (*Monodora myristica*), graine à parfum suave, les

[1] Instrument de musique en bois fort remarquable et très en honneur sur toute la côte occidentale d'Afrique et dans le Soudan français. C'est le piano primitif, dont les cordes sont remplacées par des lattes en bois vibrant sous la percussion d'une baguette, armée d'une boule en caoutchouc.

graines et la gutta du N'Javé (*Tieghemella africana*), etc., tous produits pleins d'avenir.

Comparée aux colonies précédentes, notre grande île de *Madagascar*, possession nouvelle, est, pour le moment, un peu moins richement représentée. Cependant le visiteur pourra s'arrêter avec intérêt devant les échantillons de cristal de roche, de caoutchoucs, de vanille, provenant de différents donateurs, devant les rabanes de soie et de fibres végétales des maisons Ravel et Servel, devant les noix de Raventsara (*Agatophyllum aromaticam*) et les fruits de l'Arbre du voyageur (*Ravenala madagascariensis*) qui laissent entrevoir leurs graines à l'arille d'un beau bleu; et encore devant les régimes d'*Hyphæne* et de *Sagus*, rapportés de Djaoudzi (Mayotte) par M. Castellan, lieutenant aux Messageries maritimes, dont le dévouement aux choses de la science est bien connu des naturalistes.

On pourra feuilleter aussi les premiers envois de plantes des environs de Majunga, jusqu'aux bords de la Betsiboka, préparées avec soin, sur la demande de M. Heckel, par M. Prince, pharmacien des colonies.

M. Prince est en ce moment à la tête d'une mission organisée par le général Gallieni, dans l'intérêt général de la science, de la grande île pacifiée et du Musée colonial de Marseille. Le projet de cette mission, dont les dangers n'ont pas effrayé le hardi explorateur, est de traverser Madagascar depuis la côte en regard de Nossi-bé (région nord) jusqu'à Fort-Dauphin (région sud), en suivant les hauts plateaux.

Par cette mission, et par quelques autres en voie d'organisation, le Musée complétera peu à peu son exposition des richesses naturelles de notre dernière conquête.

Quant à l'île voisine de *La Réunion*, les collections qui s'y rapportent sont, dès aujourd'hui, comme on peut s'y attendre, bien plus nombreuses. Elles sont principalement composées par des plantes en herbier, dons de M. Jacob de Cordemoy et de M. Creuze, et par des échantillons de quinquinas, de sucres, de cafés, de vanille, de paille de sousou (*Sechium edule*), de liqueurs, etc.

Les liqueurs (rhum, vin d'orange, vin d'ananas, etc.), sont exposées par la maison Vve Issautier, par le Crédit foncier colonial, par la Chambre de Commerce, etc.

La maison Ch. Issautier et fils a fourni des essences diverses (vétiver, géranium, basilic); la Société de la rivière des Roches, du tapioca et du manioc; la maison Bousquet, de la vanille, la maison Julien Leyritz, des essences de géranium rosat, de citronnelle, de patchouly, etc...

Nous laissons de côté une foule d'autres produits, d'origines diverses, dont beaucoup sont à l'étude; et, de l'Afrique, nous passons à nos colonies américaines : les Antilles françaises et la Guyane française, nos vieilles possessions les mieux connues.

III. — Collection des Produits d'Amérique.

Dans la section de la *Guadeloupe* et de la *Martinique*, il faut citer en premier lieu l'herbier du R. P. Düss, dont la *Flore des Antilles françaises* vient de paraître dans les *Annales du Musée* (année 1896) avec annotation du Prof. Heckel sur l'emploi de ces plantes.

Puis, comme échantillons commerciaux, nous remarquons surtout : des textiles, parmi lesquels le bois dentelle (*Lagetta lintearia*); du henné (du *Lawsonia inermis*); l'indigo, de l'*Indigofera disperma*, produit merveilleux, extrait de cette plante, introduite en 1890 par M. Thierry, alors directeur du Jardin botanique de Saint-Pierre; du cacao en cabosses, de la farine de manioc, des graines de cacao, envois de diverses maisons (Rollin, Lafage, Werther, Léon Dufour, Saint-Wal-Noël, Laméol, etc.), des graines d'ambrette musquée (*Abelmoschus moschiferus*); du café Habitant de Delahungrais; du café Bonifieux, de la Chambre de Commerce de la Basse-Terre; d'autres variétés de cafés en parches et en grains données par la Chambre d'Agriculture de la Pointe-à-Pître; des cotons naturels; du sucre de canne de l'usine Souques; du bois de gaïac, du rhum de diverses provenances, adressé par la Chambre d'Agriculture de la Guadeloupe, grâce aux soins de son dévoué secrétaire général, M. Guesde.

A un point de vue plus purement scientifique, l'examen des vitrines de la *Guyane française* mérite une égale attention. Le Musée, en effet, possède les plantes, minéraux et objets divers, rapportés en 1893 par le pharmacien de la marine Geoffroy, envoyé en mission sur la demande de M. Heckel.

M. Geoffroy, mort prématurément peu après sa rentrée en France, avait exploré le Haut-Maroni, jusqu'au village des Roucouyennes. Il avait reconnu les ressources qu'offre en particulier le pays, au point de vue de l'exploitation de la gutta de Balata (*Mimusops Balata*); il avait recueilli aussi, chemin faisant, les matériaux d'un travail, qui a paru dans les *Annales du Musée*, sur le poison du *Robinia Nicou*, dont les indigènes se servent pour pêcher.

Et, à côté des collections de la mission Geoffroy, sont placées : les collections de bois de la Guyane, de M. Jeanneney; des guttas et des textiles, donnés par M. Hayès; du caoutchouc d'*Hevea guyanensis*;

des substances économiques et médicinales variées; des corps gras et les graines qui les donnent, objet d'une étude actuelle de M. le Prof. Heckel.

N'oublions pas non plus ici une vingtaine de moulages représentant, en grandeur naturelle les chefs de tribus du Haut-Orénoque, du Rio Negro, du Meta, etc., aux curieuses coiffures, avec leurs attributs et leurs armes. Ces coiffures, ces attributs et ces armes, authentiques, ont été vendus 14.000 francs, autrefois, à la ville de Marseille, qui a obligeamment prêté le tout au Musée colonial. Cette collection, d'une haute valeur, fait l'admiration de tous les hommes adonnés à l'étude de l'ethnographie.

IV. — Collection des Produits d'Océanie.

En Océanie, la section de *Tahiti* nous présente : une importante collection de coquilles, ramassées par le Dr Buisson, médecin des colonies; des huîtres perlières; des produits médicinaux et économiques, envoyés par le Dr Vincent. Citons, par exemple, le Kawa-Kawa (*Piper methisticum*), aux propriétés multiples; le fameux cosmétique Monoï; de la paille de bambou, des feuilles de Tacca, le coton longue soie hybride, dû aux soins dévoués de M. Raoul et qui fait prime sur les marchés européens.

Mais c'est devant les vitrines de la *Nouvelle-Calédonie* que le visiteur s'arrêtera le plus longtemps. Dès la fondation du Musée, cette colonie était une des mieux représentées, le Prof. Heckel, qui y a séjourné longtemps, ayant offert ses collections personnelles. Depuis lors, le Musée a reçu encore de nombreux envois de M. Jeanneney et du colonel Pelletier. Aussi, n'avons-nous, pour citer, que l'embarras du choix; mentionnons :

Des blocs de résine et de gomme du Pin colonaire (*Araucaria Cooki*), qui trouvent leur emploi dans la fabrication des vernis gras et à l'alcool, aux lieu et place du copal : ce même produit donne une gomme appréciée;

De la résine aromatique de Kaori (*Dammara Moorei*), fossile qui constitue le faux ambre et peut servir comme tel; de la gomme-résine et des graines de l'*Araucaria Bidwilli*, originaire d'Australie, étudié par M. Heckel, et aujourd'hui planté avec succès en Nouvelle-Calédonie, puis introduit par les soins de M. Heckel dans notre colonie de la Réunion;

Des exsudations tanniques du Chêne-gomme (*Spermolepis tannifera* Heckel), dont M. Heckel a fait connaître la composition;

De la résine d'Érouma (*Macaranga Vedeliana*), étudiée récemment par M. Jumelle, et qui sert aux Canaques comme mastic d'une grande résistance;

Le caoutchouc du figuier de Calédonie (*Urostigma prolixum*) d'un excellent rendement et bien coté sur les marchés de Londres (5 francs le kilo), aujourd'hui exploité par une Compagnie française;

Des feuilles et de l'essence de Niaouli (*Melaleuca viridiflora*), l'arbre caractéristique des terrains schisteux de la Nouvelle-Calédonie;

Des graines et de l'huile de Tamanou (*Calophyllum Inophyllum*) et de Bancoul (*Aleurites triloba*); dont le corps gras reçoit des emplois industriels à Marseille;

Des coquilles diverses, etc., des essences merveilleuses (*Myoporum, Bilschmeidia*).

En outre, autour des vitrines horizontales sont rangés des billots de bois variés, préparés et envoyés sur les ordres du colonel Pelletier. Ces billots, d'une hauteur de 1 mètre environ, sont fendus suivant le diamètre, sur une partie de leur longueur, et vernis sur la tranche. On peut ainsi, à la fois, reconnaître l'aspect normal du tronc, et apprécier la beauté plus ou moins grande du bois.

A chaque espèce correspond un échantillon des autres parties de la plante (feuilles, fleurs, fruits), mis en herbier.

Ces échantillons desséchés viennent ainsi compléter en partie un autre herbier et des dessins, donnés par M. Jeanneney, agent de colonisation de l'Administration pénitentiaire, qui, en 1894, a publié un intéressant petit volume sur la Nouvelle-Calédonie, guide, au point de vue agricole et botanique, plein de renseignements pratiques pour les émigrants. Il serait à désirer qu'un travail semblable, et d'un caractère aussi consciencieux, fût fait pour toutes nos colonies françaises [1].

V. — Collection des Produits d'Asie.

Notre visite à travers le Musée se terminera par les colonies d'Asie.

Ici encore, le Musée colonial est redevable au colonel Pelletier de très nombreux objets. Tous proviennent du pays *Muong*. Ce sont des poteries, des vases, des étoffes, des vêtements, des instruments de musique, un canot et des reproductions en miniature des divers véhicules en usage dans le pays.

Pour le Laos, deux séries de collections ont été apportées : l'une par M. Rouet, inspecteur des postes, et l'autre par M. Dupuis, commissaire du gouvernement.

A la générosité du premier, le Musée doit un lot important d'ustensiles employés dans le *Bas-*

[1] *La Nouvelle-Calédonie agricole*. Paris, Challamel, éditeur. — Nous croyons savoir que l'Union coloniale française s'occupe de réaliser ce souhait. (Note de la Direction.)

Laos; et M. Dupuis, qui administre le *Haut-Laos*, a fait don d'une riche collection d'objets en argent, coffrets, vases, etc.), et d'étoffes laotiennes.

Comme documents botaniques sur l'*Indo-Chine*, le Dr Simon, qui a séjourné dans le *Haut-Tonkin*, sur la frontière de Chine, a fait cadeau d'un volumineux herbier, accompagné de notes; M. Cabasse a donné des produits de matière médicale du Tonkin; et le Service des Forêts envoie peu à peu des rondelles des divers bois du *Tonkin* et de l'*Annam*.

Au point de vue commercial, signalons spécialement plus de 50 variétés de riz de *Cochinchine*, des cafés, du cacao; du thé cultivé par M. Lombard, qui a établi des plantations en Annam; de la filasse de ramie (une vitrine est consacrée à la Société « La Ramie » pour ses produits manufacturés).

VI. — Classement des Collections.

Et si, maintenant, après la longue énumération précédente, nous ajoutons que nous avons laissé de côté les collections minéralogiques de toutes les colonies citées — celle de Nouvelle-Calédonie étant surtout très complète —; si nous ajoutons que le Musée réunit aussi, comme types de comparaison, les produits similaires provenant des colonies étrangères (produits qu'il doit en grande partie à l'obligeance de la compagnie des Docks etdes Messageries maritimes), on se rendra compte de l'importance qu'a déjà prise le nouvel établissement.

Les visites qu'y rendent journellement les industriels et les commerçants marseillais sont, d'ailleurs, la meilleure preuve des services qu'ils en attendent et de l'intérêt qu'ils y portent.

Les nombreux dons que nous avons signalés démontrent aussi que beaucoup de fonctionnaires coloniaux ont appris le chemin du Musée; un grand nombre ont contracté l'habitude de venir, avant leur départ, s'enquérir du genre de recherches qu'il y a surtout lieu de faire dans les contrées où ils vont résider. Les renseignements nécesssaires leur sont fournis par M. Heckel et par les dévoués collaborateurs qui l'entourent.

Ceux-ci se sont partagé la besogne : MM. Éberlin et Champoiseau, conservateurs-adjoints, consacrent leur temps au classement des collections et à la rédaction d'un catalogue complet qui paraîtra plus tard; M. Heckel et M. Jumelle s'occupent surtout de la détermination des plantes et des produits envoyés; la détermination des minéraux est faite par MM. Curie, de la Faculté des Sciences de Montpellier, et Callot, professeur au Lycée de Marseille.

En dehors de ce travail, un peu ingrat, mais nécessaire, M. Heckel étudie, en ce moment, au point de vue scientifique et pratique, les matières grasses et les végétaux qui les produisent; M. Jumelle poursuit des études analogues sur les caoutchoucs et leurs latex. Avec des échantillons du Musée, MM. Schlagdenhauffen et Planchon ont aussi publié dernièrement un mémoire sur un nouveau *Strophantus* du Gabon; M. le professeur Brœmer, de Toulouse, sur les *Psathura* de la Réunion; M. Laborde, pharmacien en chef de l'Hôtel-Dieu de Toulouse, un travail sur les *Murraya* de l'Inde, qui paraîtront dans le prochain volume (1897) de l'Institut Colonial. Ces Annales, dont nous avons parlé plus haut à plusieurs reprises, sont aidées par une subvention du Conseil général des Bouches-du-Rhône; elles en sont actuellement à leur quatrième année sous la direction du Prof. Heckel, et les végétaux et produits mal connus accumulés dès maintenant au Musée, assurent pour longtemps leur publication régulière.

De nouvelles collections, du reste, arrivent à tout instant, constituant de nouveaux sujets de recherches. Aussi, d'autre part, le nombre des correspondants augmentant, le jour est-il proche où le Musée, déjà beaucoup trop à l'étroit, sera forcé de chercher domicile ailleurs, dans un local plus vaste, et surtout mieux approprié à une exposition de ce genre.

Une telle installation ne pouvait évidemment être entreprise de prime abord, alors que des doutes étaient, en somme, permis sur le succès de la tentative. Aujourd'hui, en face des résultats obtenus, après un si court laps de temps, cette installation s'impose; on ne peut prévoir, pour la mener à bonne fin, que des témoignages effectifs de bonne volonté de la part des pouvoirs publics et des sociétés privées, tous intéressés à la réussite d'une œuvre utile à l'expansion industrielle et commerciale des produits coloniaux de notre pays.

Le jour où ce projet sera réalisé, — mais ce jour-là seulement, puisqu'aucune exposition analogue n'existe, à cette heure, ni à Paris ni ailleurs, — il y aura, en France, un Musée qui pourra, sans désavantage, être comparé aux Musées similaires, établis par les Allemands à Berlin, par les Anglais à Londres, par les Hollandais à Harlem. On ne peut même dire d'ailleurs, actuellement, que chez nous des collections analogues manquent, puisque celles du Musée sont déjà riches; ce qui plutôt fait défaut, c'est une installation capable de les faire apprécier à leur juste valeur, un établissement vaste, construit et disposé de telle sorte que le visiteur, en le parcourant, s'aperçoive aussitôt qu'il y a, par-delà les mers, selon encore le mot de M. Bonvalot, pour les travailleurs dont la vie est de plus en plus difficile sur le sol natal, *une France extérieure à faire forte et prospère*, tout en y trouvant un profit personnel.

Ph. Éberlin,

Conservateur-adjoint du Musée colonial de Marseille.

REVUE ANNUELLE DE PHYSIOLOGIE

Dans ma dernière revue de Physiologie [1], je rappelais que le Congrès international de Physiologie, réuni à Berne, au mois de septembre 1895, avait entrepris la réglementation d'un certain nombre de questions d'intérêt scientifique international. Le Congrès de Berne a invité les physiologistes à employer dans leurs recherches et dans leurs publications les unités de mesure du système métrique décimal, et l'échelle du thermomètre centigrade. Il a adopté également un ensemble de règles de bibliographie, applicables aux publications de Physiologie.

J'ai à signaler un effort tenté par la Société de Biologie de Paris dans la même voie de l'unification et de la centralisation du travail de bibliographie physiologique. Cette Société a adopté, comme cadre bibliographique, le projet de classification rédigé sous la direction de M. Charles Richet [2], d'après le système décimal de M. Melvil Dewey.

On sait que ce système a été l'objet de vives critiques au Congrès bibliographique de Londres et que la *Royal Society* de Londres n'a pas voulu l'accepter pour base de ses publications bibliographiques.

Au lieu de discuter longuement, dans le vide, les mérites de la classification décimale, M. Richet a fait œuvre plus utile, en démontrant pratiquement l'excellence de cette classification. Cette démonstration, il l'a donnée en publiant la *Bibliotheca physiologica* [3], répertoire des travaux de Physiologie classés par année, d'après le système de Dewey. Deux années ont paru : 1895 et 1896. On nous promet à bref délai la classification pour les années 1894 et 1893. La *Bibliotheca physiologica* formera, chaque année, une table des matières complète de tout ce qui s'est fait en Physiologie. Elle nous débarrassera du fastidieux travail des recherches bibliographiques : ses éditeurs méritent la reconnaissance de tous les travailleurs.

Une autre publication de longue haleine et qui rendra des services analogues aux physiologistes, est le *Dictionnaire de Physiologie* (Paris, Alcan), publié par Charles Richet, avec la collaboration des physiologistes de tous pays. Les deux premiers volumes de cette Encyclopédie, comprenant les lettres A, B, C, ont paru en 1895, 1896 et 1897, chez Alcan.

Puisque nous en sommes à l'article bibliographie, saluons, en passant, quelques nouveaux périodiques de Biologie : *The Journal of experimental Medicine*, dont deux volumes ont paru à Baltimore (U.-S. A.), *The American Journal of Physiology* (Boston), et, de ce côté de l'Océan, l'*Intermédiaire des Biologistes*, organe international de Zoologie, Botanique, Physiologie et Psychologie, publié chez Reinwald, sous la direction de M. Alfred Binet.

Parmi les physiologistes morts depuis un an, il faut citer : Colin, professeur de Physiologie à l'école d'Alfort ; Contejean, attaché au laboratoire de Chauveau, au Muséum ; Schiff, professeur de Physiologie, à Genève ; Drechsel, professeur de Chimie physiologique à Berne ; E. Baumann, professeur de Chimie physiologique à Fribourg-en-Brisgau, Heidenhain, professeur de Physiologie à Breslau, et, le plus illustre de tous, E. du Bois-Reymond, professeur de Physiologie à l'Université de Berlin et secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de Prusse. La chaire de Physiologie de Berlin a été confiée à Engelmann, qui lui-même a été remplacé à Utrecht par Zwaardemaker. Ce dernier s'est fait, comme on le sait, une spécialité de l'étude physiologique de l'olfaction.

I. — Sang.

Coagulation du sang. — On sait en quoi consiste le phénomène de la coagulation. Aussitôt que le sang s'épanche hors des vaisseaux, et qu'il vient en contact avec un corps étranger (autre que la paroi vasculaire normale), ce contact même agit comme excitant sur les éléments figurés incolores : les leucocytes (et les plaquettes?). Ceux-ci réagissent vis-à-vis de l'irritation, en déversant dans le liquide une substance qui n'y préexistait pas, le ferment coagulant, ou *thrombine* d'Alex. Schmidt. Le ferment jouit de la propriété de faire passer à l'état solide, de transformer en fibrine, une substance albuminoïde primitivement dissoute dans le plasma sanguin, le *fibrinogène*. La prise en gelée du sang, la coagulation, est donc un phénomène de fermentation ; et la *thrombine* est comparable, au point de vue de son mode d'action, au ferment de la *présure*, à la *diastase*, à la *pepsine*, à la *trypsine*, à l'*émulsine*, à l'*amygdaline* et aux autres ferments solubles ou *enzymes*.

Jusqu'à présent, on n'était parvenu à préparer à l'état de pureté aucun de ces ferments, et la notion de ferment soluble était plutôt une conception physiologique que chimique. Je veux dire que nous ne

[1] *Revue gén. des Sciences*, 1896, VII, p. 96, 104.
[2] Physiologie, classification décimale, *Index général*. Paris, F. Alcan, 1896.
[3] Paris, Félix Alcan, 1896.

savions absolument rien sur la nature ni sur les propriétés chimiques des ferments, et que ces corps n'étaient pas caractérisés comme individus chimiques, mais seulement comme agents de certains actes physiologiques de fermentation[1].

Grâce aux travaux de Pekelharing[2], confirmés par Halliburton et Wright[3] (et, jusqu'à un certain point par les recherches de Lilienfeld), il semble bien établi aujourd'hui que le ferment de la fibrine, la *thrombine*, est un composé *calcique* de *nucléo-albumine* qui se forme au moment de la coagulation. La *nucléo-albumine* (combinaison d'une substance albuminoïde et d'une substance phosphorée, la *nucléine*) proviendrait du noyau des globules blancs ou leucocytes, et se combinerait au moment où elle passe dans le plasma, ou partie liquide du sang, avec les *sels de calcium*, préexistant dans le plasma, de manière à former le ferment.

Le rôle de ce ferment, constitué par le *nucléo-albuminate de calcium*, consisterait à céder du *calcium* au *fibrinogène* du plasma sanguin, de manière à réaliser la combinaison insoluble de fibrinogène et de calcium, qui n'est autre que la *fibrine*. Une petite quantité de ferment suffit, comme on sait, pour transformer une grande quantité (une quantité indéfinie en théorie) de substance fermentescible (fibrinogène) en produit de fermentation (fibrine). La théorie de Pekelharing explique le fait d'une façon très satisfaisante : à mesure que le *nucléo-albuminate de calcium* cède son calcium au fibrinogène, le ferment se régénérerait en se combinant aux sels de calcium qui existent toujours en excès dans le plasma sanguin. Le ferment enlèverait le calcium au plasma pour le céder à la molécule de fibrinogène. Pekelharing a montré qu'on peut préparer artificiellement le ferment par l'action du chlorure de calcium sur de la nucléo-albumine extraite des différents tissus, ou même de la caséine du lait. Ces recherches ont été confirmées de différents côtés : si les résultats que je viens de résumer correspondent à la réalité, l'étude des ferments solubles entre dans une phase nouvelle : celle de l'expérimentation chimique. Le ferment de la présure se montrera probablement aussi comme constitué par un albuminate de calcium, puisque l'action de ce ferment et celle des sels de chaux sur la coagulation du lait paraît en tout comparable à celle de la thrombine dans la coagulation du sang. Arthus et Lilienfeld ont admis l'identité presque complète des deux phénomènes.

J'ai déjà signalé cet autre fait intéressant que les substances phosphorées, fabriquées synthétiquement par Grimaux (colloïdes de synthèse) en chauffant respectivement à 125° et à 135°, dans des tubes scellés, des mélanges de pentachlorure de phosphore et d'acide méta-amido-benzoïque, agissent de la même façon sur le plasma sanguin, que la nucléo-albumine du ferment de la fibrine. Ces substances produisent, d'après Pickering et Halliburton[1], une abondante coagulation intravasculaire de fibrine. Nous aurions là l'exemple d'une préparation synthétique d'un ferment, ou tout au moins d'une substance agissant de la même façon que le ferment de la fibrine.

Pickering et Halliburton avaient constaté que les solutions de colloïdes phosphorés de synthèse n'agissaient pas chez les animaux albinos. Pickering et Lewes ont eu l'idée de répéter l'expérience d'injection chez le *Lepus variabilis*, ou lièvre polaire. On sait que cet animal présente en hiver l'*albinisme saisonnier*, tandis qu'en été son pelage est fauve. Pickering et Lewes[2] ont constaté que chez le *Lepus variabilis* blanc, les colloïdes de Grimaux ne produisent pas la coagulation intravasculaire. Au contraire, quand le lièvre polaire est pigmenté, on voit reparaître la coagulation intravasculaire généralisée. Lorsque l'animal se trouve dans une condition intermédiaire (pigmentation partielle), la coagulation intravasculaire est moins marquée, et peut même faire défaut.

Si le ferment de la fibrine, la nucléo-albumine et les colloïdes de Grimaux provoquent des coagulations intravasculaires, d'autres substances ont un effet précisément inverse, et rendent, au contraire, le sang incoagulable quand on les injecte dans les vaisseaux. Parmi ces substances, la propeptone (et non la *peptone*, comme on le dit souvent à tort) est certainement celle dont l'action est la plus intéressante et a donné lieu aux recherches les plus nombreuses. Hofmeister a découvert en 1880 qu'il suffit d'injecter à un chien 30 centigrammes de propeptone impure (propeptone de Witte, du commerce), pour que le sang qu'on lui enlève pendant les premières heures qui suivent l'injection ait perdu la propriété de se coaguler spontanément. Ses expériences et celles de Fano (1882) montrèrent que l'absence de coagulation est due, non à l'action de la peptone elle-même, mais à celle d'une autre substance, peut-être un produit de transformation de la peptone, qui se forme dans l'organisme sous l'influence de la peptone. En effet, la propeptone, mélangée directement *in vitro* à du sang que l'on vient de tirer, n'exerce aucune action suspensive sur la coagulation, tandis que le sang de propeptone (sang de chien auquel on a injecté de

[1] Voir Arthus : Ferments et Fermentations.
[2] *Centralbl. f. Physiologie*, IX, p. 162; *Akad. Wetensch. Amsterdam*, 1895, 1897.
[3] *Journ. of Physiology*, XVIII, p. 306.

[1] *Journ. of Physiology*, XVIII, p. 285.
[2] *Journ. of Physiology*, XX, p. 310.

la propeptone), mélangé *in vitro* à du sang normal, empêche ce dernier de se coaguler. La propeptone qui suspend la coagulation du sang chez le chien n'exerce aucune action si on l'injecte chez le lapin.

Mais le sang du lapin, qui n'est pas sensible à l'action de la propeptone, l'est à un haut degré à l'action de la substance incoagulante, formée dans l'organisme du chien sous l'influence d'une injection de propeptone.

On rend en effet le sang de lapin incoagulable, en injectant chez cet animal du sang de chien préalablement injecté de propeptone. Ces expériences et d'autres encore nous prouvent que la propeptone n'agit pas par elle-même, mais en provoquant dans l'organisme du chien la formation d'une substance nouvelle anticoagulante.

Où se forme cette substance? Tous les organes participent-ils à sa formation, ou faut-il la localiser dans un territoire vasculaire circonscrit? Cette question a fait, dans ces derniers temps, le sujet de recherches de plusieurs physiologistes français : Contejean[1], Gley et Pachon[2], Delezenne[3], et peut être considérée aujourd'hui comme entièrement résolue. C'est exclusivement (ou tout au moins principalement) à son passage à travers le foie, que le sang se charge de la substance anticoagulante.

L'extirpation des thyroïdes, des reins, du pancréas est sans influence appréciable sur le phénomène (Contejean). La substance en question ne paraît pas non plus se former dans les muscles. Contejean lie en masse une des pattes postérieures chez un grand chien vivant, en ne laissant que l'artère et la veine en dehors de la ligature. Il traverse par une canule piquante la paroi de l'artère et injecte sans interruption dans ce vaisseau une solution de propeptone. Cette injection n'a pas d'effet sur la coagulabilité du sang qui s'écoule par la veine crurale.

Au contraire, l'arrêt de la circulation dans les organes abdominaux, obtenu par ligature de l'aorte ou par celle des artères du foie et de l'intestin, supprime presque complètement l'effet d'une injection de peptone sur la coagulation du sang. Il en est de même de la destruction du plexus nerveux cœliaque et des nerfs du foie.

Gley et Pachon avaient annoncé que la ligature des vaisseaux lymphatiques du foie amenait le même résultat : mais Starling, en Angleterre, Delezenne, en France, n'avaient pas confirmé le fait. Gley et Pachon furent plus heureux dans leurs expériences d'extirpation du foie. Ils constatèrent, et Delezenne confirma pleinement cette découverte, qu'après élimination du foie par ligature suffisamment serrée, l'injection de propeptone ne supprime plus la coagulation du sang. L'action de la propeptone n'est donc possible qu'à la condition que cette substance ait traversé le foie. Il est probable qu'une seule traversée du foie suffit à faire naître la substance anticoagulante : car l'incoagulabilité du sang est déjà complète, chez le chien, moins d'une demi-minute après l'injection de peptone.

Il n'est pas nécesssaire que le foie soit maintenu *in situ* pour que cette action spéciale se manifeste. Delezenne a réussi à la démontrer sur un foie de chien extirpé récemment, et par conséquent isolé du système nerveux. Delezenne[1] enlève le foie à un chien qu'on vient de sacrifier, et fait circuler à travers l'organe une solution de propeptone. Il obtient, au sortir de l'organe, un liquide capable de suspendre la coagulation du sang de chien *in vitro*, et de rendre incoagulable le sang du chien auquel on l'injecte *in vivo*. Ce liquide contient donc la substance anticoagulante. Toutes les tentatives pour isoler cette substance ont échoué jusqu'à présent. Les physiologistes ne sont pas non plus d'accord sur son mode d'action. L'opinion la plus probable me paraît être que la substance en question empêche la formation du ferment de la fibrine. En effet, si l'on essaie de préparer ce ferment au moyen de sang de propeptone (sang de chien auquel on a injecté la propreptone), on obtient un liquide inactif (Ledoux). D'autre part, le sang incoagulable de propeptone redevient coagulable et se prend en gelée, quand on l'additionne d'une quantité suffisante de ferment de la fibrine (Ledoux, Athanasiu et Carvallo). Ces faits ont été contestés par Dastre.

Ce qui paraît bien établi, c'est la remarquable action conservatrice qu'exercent sur les globules blancs (éléments formateurs du ferment) la propeptone (Athanasiu et Carvallo) et les autres substances qui jouissent de la même propriété de suspendre la coagulation du sang. Dans les conditions ordinaires, les leucocytes, ou globules blancs, sont des éléments fort altérables. La formation de la *thrombine* est, d'après Schmidt, liée à leur destruction.

Parmi ces substances anticoagulantes, Lilienfeld[2] en a particulièrement recommandé une comme constituant le meilleur milieu ponr conserver les leucocytes intacts et vivants en dehors de l'organisme (examen microscopique). C'est l'*histone*, produit de dédoublement de la *nucléo-histone* du noyau des cellules. Fait assez curieux, l'autre produit de dédoublement de la *nucléo-histone*, c'est-à-dire la *leuco-nucléine* (substance acide, phosphorée), jouit au plus haut degré de la propriété de favoriser la

[1] *C. R. Soc. Biol.*, 1895, 1896.
[2] *Ibid.*, 1896, 1897.
[3] *Ibid.*, 1896, 1897.

[1] *Arch. de Physiologie*, 1896, p. 654.
[2] *Arch. f. Physiologie*, 1896.

coagulation du sang. La *nucléo-histone* de Lilienfeld paraît d'ailleurs proche parente de la *nucléo-protéide* qui, pour Pekelharing, Halliburton et Wright, constitue le zymogène de la *thrombine*.

Alexandre Schmidt, de Dorpat, avait également admis [1] que les différentes cellules de l'organisme, et notamment les leucocytes, fabriquent simultanément des substances qui provoquent la coagulation, et d'autres qui la suspendent. Les deux ordres de substances existeraient côte à côte, et, pour ainsi dire, en conflit, dans le plasma sanguin normal. Dans le sang circulant, les deux actions antagonistes, l'action coagulante et l'action inhibitrice, se contrebalancent. Dans le sang de la saignée, c'est l'influence coagulante qui l'emporte.

Sang des Oiseaux.— Tous les auteurs qui se sont occupés du sang des Oiseaux, et en première ligne Hoppe-Seyler, ont été frappés de la rapidité de sa coagulation. Si l'on saigne un poulet ou un pigeon, le sang n'a pour ainsi dire pas le temps de s'écouler en jet liquide. Il se coagule directement à la surface de la plaie, à mesure qu'il s'écoule. Cette notion, qui paraissait à l'abri de toute contestation, se trouve être inexacte. Delezenne [2] a constaté que, si le sang des oiseaux se coagule pour ainsi dire instantanément, quand on le laisse au contact des tissus de l'animal, ce même sang pourra rester liquide pendant des heures, si l'on a soin d'empêcher ce contact. Le procédé le plus simple consiste à recueillir le sang au moyen d'une canule de verre fixée dans une carotide ou dans une jugulaire. Ce sang reçu dans un verre à expérience se coagule avec une extrême lenteur (4 à 6 heures), de sorte que les globules rouges ont le temps de se déposer en dessous de la couche de plasma. Mais il suffit d'ajouter au sang une seule goutte du liquide obtenu par expression d'un tissu, pour provoquer la coagulation immédiate du mélange.

Argon dans le sang. — P. Regnard et Th. Schlœsing [3], ont réussi à démontrer la présence d'*argon* dans le sang, en opérant sur des quantités considérables de ce liquide (10 litres de sang de cheval). Ils ont trouvé environ quatre dixièmes de centimètre cube d'argon par litre de sang, c'est-à-dire près de deux fois plus que la quantité qui se dissout dans un égal volume d'eau. Ch. Bohr [4] a également trouvé dans le sang une quantité d'azote notablement supérieure à celle prévue, en prenant comme base la solubilité physique de ce gaz.

[1] *Zur Blutlehre* 1895, et publication posthume.
[2] *C. R.*, 1er juin 1896.
[3] *C. R.*, 8 février 1897.
[4] *C. R.*, 22 février 1897.

Bohr admet que l'excès d'azote est fixé sur l'oxyhémoglobine.

II. — Echanges de liquide entre le sang et les tissus. Lymphe. Absorption.

Au sujet de la formation de la lymphe, la lutte se poursuit entre les partisans de l'ancienne théorie, qui cherchent à expliquer tous les faits par des considérations de physique élémentaire : pression osmotique, diffusion, pression mécanique (Starling, Cohnstein, Popoff, Barlow), et ceux qui font jouer à l'épithélium vasculaire un rôle actif et prépondérant (Heidenhain, Ostowsky [1], Hamburger [2]).

Les mêmes divergences existent d'ailleurs quand il s'agit d'expliquer la *résorption* des liquides à la surface des séreuses ou par la muqueuse de l'intestin.

J'ai analysé ici même plusieurs travaux se rapportant à cette question [3].

J'ajouterai que G. Friedländer a fait sur le chien vivant une série d'expériences, tendant à prouver la résorption de l'albumine par la surface de l'intestin grêle, sans transformation en peptone, résorption qu'il considère comme contraire aux lois physiques de l'osmose. L'auteur admet donc, avec Heidenhain, une intervention active de la paroi intestinale.

Au contraire, Hamburger, qui, sur le terrain de la formation de la lymphe, est un partisan de la théorie de Heidenhain, croit pouvoir expliquer tous les faits qui se rapportent à l'absorption à la surface des séreuses, ou de l'intestin, par l'intervention des facteurs purement physiques [4].

Il montre que l'absorption se fait encore après la mort chez le lapin et chez le chien, si l'on introduit, dans une anse intestinale isolée par deux ligatures, une certaine quantité de solution de chlorure sodique (hyperisotonique ou hypisotonique) ou de sérum. Il a étudié chez le chien vivant, par un procédé analogue, l'influence exercée par la pression intra-intestinale, sur la résorption du liquide introduit dans une anse intestinale isolée. Un dispositif spécial empêchait la distension de l'intestin. L'absorption ne se fait pas si la pression est négative, ou nulle, ou très faible. Elle commence dès que la pression dépasse une certaine valeur assez faible (5 millimètres d'eau) et croît rapidement avec la pression.

L'auteur admet qu'à l'état normal, la résorption à la surface de l'intestin est due à la pression positive provenant de l'action de la respiration (com-

[1] *Centralbl. f. Physiologie*, IX, p. 697.
[2] *Arch. f. Physiologie*, 1897, p. 133.
[3] Voir la *Revue*, 1896, p. 102.
[4] *Arch. f. Physiologie*, 1896, p. 302 et 428.

pression inspiratoire), des mouvements péristaltiques et du poids des intestins. Si l'on empêche ces facteurs d'agir sur l'intestin, en soutenant la paroi interne de ce dernier par une carcasse métallique, on supprime presque complètement la résorption.

Il a réalisé *in vitro* les conditions mécaniques de l'absorption en employant un tube à parois de gélatine soutenues par une carcasse métallique. Le tube représentait un capillaire sanguin, il était traversé à son intérieur par un courant de liquide représentant le sang. Sa surface extérieure baignait dans une solution saline dont on pouvait faire varier la pression, solution jouant le rôle de liquide à absorber par le courant sanguin.

Au moyen de ce schéma, on peut reproduire les principales particularités de l'absorption à la surface de la muqueuse intestinale et des séreuses. Les résultats des expériences, tant *in vivo* qu'*in vitro*, sont d'accord avec la théorie purement physique de l'absorption, et rendent superflue l'hypothèse de l'intervention de forces vitales.

Les travaux récents d'Orlow, d'Heidenhain, de Starling et Tubbey, et surtout d'Hamburger, ont conduit à cette conclusion que les lymphatiques ne jouaient qu'un rôle tout à fait secondaire dans l'absorption des liquides épanchés dans la cavité péritonéale. Ces liquides seraient surtout résorbés par les capillaires sanguins, et apparaîtraient dans le sang et dans l'urine bien avant que leur présence pût être décelée dans la lymphe du canal thoracique. Adler et Meltzer ont montré récemment[1] que ces conclusions étaient trop absolues.

Si l'on n'introduit que de petites quantités à la fois de liquide dans le péritoine, l'absorption est fortement ralentie chez le lapin lorsque les voies lymphatiques ont été au préalable liées (ligature des deux veines anonymes pour arrêter la lymphe du canal thoracique, ligature des jugulaires externes sur les animaux servant de contrôle). Dans ces conditions, le ferro-cyanure de potassium, injecté dans le péritoine, apparaît tardivement dans les urines. Pareillement, les symptômes de l'empoisonnement par la strychnine (après injection péritonéale de strychnine) sont retardés. Les lymphatiques jouent donc ici le rôle prépondérant dans l'absorption.

Lewin et Goldschmidt[2] ont constaté, comme leurs devanciers, que l'absorption est presque nulle à la surface de la vessie. La vessie peut recevoir des substances toxiques (strychnine, chlorhydrate d'hydroxylamine) sans que les symptômes d'empoisonnement apparaissent. Mais, lorsque la vessie trouve un obstacle à se vider, le liquide qu'elle contient pénètre dans l'uretère et peut arriver jusqu'au bassinet. Alors l'absorption peut se faire et l'intoxication survient.

[1] *Centralbl. f. Physiologie*, X, p. 219.
[2] *Arch. f. exp. Pathologie*, XXXVII.

III. — Circulation.

Cœur. — Les controverses sur la forme des tracés du choc du cœur et sur ceux de la pression intraventriculaire, qui battaient leur plein il y a un petit nombre d'années, ont presque cessé complètement. On peut y voir le signe du triomphe définitif de la doctrine cardiographique de Chauveau et Marey, et du découragement des derniers dissidents. Ce résultat a été sans aucun doute atteint grâce à la découverte par Chauveau du procédé d'enregistrement direct du mouvement des valvules sigmoïdes, et à celle de l'enregistrement objectif des bruits du cœur, réalisée par Hürthle et Einthoven. J'ai décrit ces procédés dans une précédente revue[1].

On sait que le cœur de la grenouille, extrait du corps et déposé dans un verre de montre, continue à battre pendant des heures entières. On peut même prolonger la vie de cet organe isolé et entretenir ses pulsations, si l'on a soin de le nourrir, c'est-à-dire de faire circuler dans son intérieur, au moyen de tubes et de canules appropriées, un liquide nutritif suffisamment oxygéné, par exemple du sang dilué, ou une solution légèrement alcaline de sels et d'albumine.

Cette méthode des circulations artificielles, pratiquée sur le cœur isolé de la grenouille, a permis d'étudier à l'aise une foule de questions intéressantes : influence de la température, de la pression, de la composition du liquide nutritif, action des excitants électriques ou autres, etc., etc. Une bonne partie des notions que nous possédons sur la physiologie du muscle cardiaque et de ses nerfs ont été acquises en utilisant ce procédé expérimental. On pouvait lui faire l'objection que le cœur des Mammifères n'est pas nécessairement soumis aux mêmes lois que celui de la grenouille.

Le même procédé a été récemment appliqué avec un plein succès au cœur des Mammifères par Langendorff. Cet habile expérimentateur commence par recueillir tout le sang de l'animal dont le cœur sera utilisé. Ce sang est défibriné et, au besoin, dilué avec un égal volume de sérum artificiel, puis placé dans un réservoir chauffé, légèrement surélevé et muni d'un tube d'écoulement terminé par une canule. On extrait le cœur et on le place dans un récipient spécial, puis la canule est reliée à l'un des vaisseaux qui naissent de la

[1] *Revue gén. des Sciences*, 1894, p. 984.

crosse de l'aorte. Cette crosse elle-même est liée, ainsi que toutes les autres branches qui en partent. On établit la circulation artificielle dans l'aorte, après avoir soigneusement chassé l'air qu'elle pouvait contenir. La pression exercée à l'intérieur de l'aorte par l'injection a pour effet de fermer hermétiquement les valvules sigmoïdes, de sorte que le sang passe uniquement par les artères coronaires et circule dans les parois du cœur sans pénétrer dans les cavités de l'organe.

On peut de cette façon prolonger l'expérience pendant assez longtemps, tout en n'usant qu'une quantité minime de sang.

Langendorff a repris par ce procédé les expériences de Newell Martin sur l'influence de la température.

Les limites extrêmes compatibles avec la survie sont, chez le chat, + 6° à 7°, au bas de l'échelle, et + 45° à 46° dans le haut. La fréquence des pulsations augmente avec la température : 6 pulsations par minute aux plus basses températures, jusqu'à 360 aux plus hautes.

En ce qui concerne la force de la pulsation, il existe un *optimum* de température assez variable mais toujours notablement moins élevé que la température normale du corps[1].

Vaisseaux. — Un nombre énorme de travaux ont été publiés depuis la découverte de Claude Bernard sur les nerfs vaso-moteurs. Leur étude constitue, peut-on dire, dans le vaste domaine de la Physiologie, un de ces champs de prédilection sur lequel les physiologistes font encore chaque année une ample moisson de faits intéressants. C'est ainsi que, depuis ma dernière revue, Tschirwinsky a étudié l'action du nerf dépresseur, v. Maximowitsch celle des vaso-constricteurs des membres inférieurs, Hallion et François-Franck celle des nerfs vaso-moteurs de l'intestin, du foie et du pancréas, François-Franck[2] celle des vaso-moteurs pulmonaires, etc.

Les vaso-constricteurs pulmonaires proviennent, d'après François-Franck, de la moelle dorsale par l'intermédiaire du sympathique (du 1er au 6e nerf dorsal, surtout par les 2e et 3e rameaux communiquants). Les centres vaso-moteurs pulmonaires se trouvent dans le bulbe rachidien. La vaso-constriction réflexe du poumon s'observe à la suite de l'excitation d'un grand nombre de départements sensitifs. Le spasme réflexe du poumon explique et légitime l'emploi des révulsifs thoraciques dans les affections congestives pleuro-pulmonaires; en effet la vaso-constriction pulmonaire réflexe est plus marquée à la suite de l'excitation des nerfs intercostaux que sous l'influence de celle d'un nerf de sensibilité générale éloigné, tel que le sciatique.

Mais, si les nerfs centrifuges des vaisseaux, tant constricteurs que dilatateurs, ne se lassent pas d'exciter l'ardeur des expérimentateurs, il n'en est pas de même des nerfs centripètes ou nerfs sensibles des vaisseaux, dont l'existence même paraît problématique, et dont l'étude est entourée de grandes difficultés. Delezenne a réussi à mettre en lumière l'existence de ces nerfs vaso-sensibles, régulateurs de la pression sanguine, grâce à un artifice expérimental fort ingénieux. Chez un chien A, on sectionne entièrement, à la base, une des pattes postérieures, en ne respectant que les nerfs (sciatique et crural) qui constituent alors les seuls liens physiologiques entre la patte et l'organisme du chien A. Un second chien B est chargé de nourrir, au moyen de son sang, la patte isolée de A. A cet effet les bouts centraux des vaisseaux fémoraux du chien B sont abouchés avec les bouts périphériques de même nom du membre isolé de A.

On excite alors un nerf sensible de B, le nerf médian par exemple, de manière à produire une augmentation de pression à la fois dans le système artériel de B, et dans la patte isolée de A. Or, cette augmentation de pression dans la patte isolée provoque par voie réflexe, par l'intermédiaire des nerfs sciatique et crural respectés, dans l'organisme de A, également une augmentation de pression artérielle. La paroi des vaisseaux est donc sensible aux variations de pression qui se déroulent à leur intérieur.

Giltay a fait dans mon laboratoire une série d'expériences, d'où il résulte qu'une diminution de pression réalisée dans l'aire de distribution des artères nourricières de la tête (carotides et vertébrales) provoque (sans doute par voie réflexe) une dilatation des voies afférentes collatérales (petites artères émanées de la sous-clavière et fournissant également du sang au cou et à la tête). On sait, depuis Kusmaul et Tenner, que l'occlusion des artères nourricières de la tête, carotides et vertébrales, provoque chez le lapin une anémie cérébrale promptement mortelle. Giltay a constaté qu'une occlusion temporaire (durant quelques secondes) des carotides (les vertébrales ayant été liées au préalable) provoque après désocclusion des carotides, au bout de deux à trois minutes, une dilatation des voies collatérales, suffisante pour nourrir les centres nerveux et leur permettre à présent de supporter l'occlusion définitive des carotides, opération qui, pratiquée d'emblée, aurait été mortelle. Une occlusion temporaire procure donc à l'animal, en de certaines limites de temps, une immunité complète contre une occlu-

[1] *Arch. f. d. ges. Physiologie*, LXVI, p. 355.
[2] *Bull. Acad. méd.*, 11 février 1896.

sion définitive, survenant trois minutes plus tard. L'expérience de Kussmaul-Tenner n'est mortelle dans les conditions ordinaires que parce que la dilatation des voies collatérales se produit avec un retard trop grand pour que l'animal puisse encore être sauvé.

IV. — Digestion.

A diverses reprises, on a émis l'idée que les bactéries de notre tube digestif jouaient un rôle indispensable, ou tout au moins très utile à la nutrition. Nuttal et Thierfelder[1] ont soumis la question au contrôle de l'expérience. Ils décrivent les procédés ingénieux qui leur ont permis d'extraire aseptiquement de l'utérus maternel, par la section césarienne, un jeune cochon d'Inde à terme, de l'introduire dans une enceinte stérilisée, où il respire de l'air stérilisé, et de le nourrir au moyen de lait exempt de bactéries. Le jeune animal supporte parfaitement ce régime, démontrant ainsi que la vie extra-utérine est possible sans l'intervention de bactéries dans le tube digestif. Au bout de quelques jours on interrompt l'expérience et on tue le sujet pour vérifier l'absence de bactéries dans le tube digestif. Dans une seconde série d'expériences, les jeunes cobayes furent alimentés au moyen d'une nourriture végétale aseptique, riche en amidon et pauvre en cellulose. Sur les cinq expériences entreprises, deux réussirent complètement, c'est-à-dire qu'on constata à l'autopsie l'absence de bactéries dans l'intestin. Les urines des animaux contenaient des dérivés hydroxylés du benzol : ces substances peuvent donc se former dans l'organisme, en dehors de l'intervention de la putréfaction intestinale, comme l'avait d'ailleurs affirmé Baumann.

L'extirpation à peu près complète de l'estomac, avec suture directe *cardio-pylorique*, est parfaitement supportée par le chien, comme l'ont montré les recherches de Czerny, Kaiser, etc. ; Pachon a répété l'expérience sur le chat, en réalisant pour la première fois l'extirpation *complète* de l'estomac (vérifiée à l'autopsie). Il a constaté également que la digestion se faisait normalement.

Oppel[2] a fait remarquer que la dilatation stomacale manque chez un grand nombre de Vertébrés. Oppel admet avec Moritz que l'on a exagéré le rôle de l'estomac dans la digestion des albuminoïdes. Ce serait principalement un agent de protection placé en avant de l'intestin et destiné à combattre les influences nuisibles de nature mécanique, chimique, thermique ou bactérienne. Les aliments seraient désinfectés dans l'estomac par le suc gastrique acide. On peut d'ailleurs faire remarquer qu'au point de vue de l'action digestive sur les aliments, le suc gastrique fait double emploi avec le suc pancréatique.

Comment se fait-il que, sur le vivant, l'estomac, que l'on peut considérer comme un vase formé de substances albuminoïdes, ne soit pas digéré, dissous par le suc gastrique? On a donné à cette question une série de réponses aussi peu satisfaisantes les unes que les autres. Un assez grand nombre de physiologistes admettent encore aujourd'hui l'explication de Pavy. Dans cette théorie, on explique la non-digestion de l'estomac par l'absence de l'un des facteurs du suc gastrique, l'acide chlorhydrique. Les petites quantités d'acide qui pénètrent par diffusion dans les tissus sous-jacents à l'épithélium y seraient neutralisés au fur et à mesure par les liquides alcalins qu'elles rencontrent. La surface stomacale présente en effet un réseau capillaire des plus riches, dans lequel circule une énorme quantité de sang (alcalin).

Ceux qui ont accepté cette explication ont oublié que le même problème se pose pour l'intestin. Pourquoi la paroi de l'intestin vivant n'est-elle pas dissoute par le suc pancréatique à chaque digestion ? La raison dont on se contente pour l'estomac n'est pas applicable à l'intestin, puisque le suc pancréatique est alcalin lui-même, et qu'il ne peut être question ici de neutralisation d'acide.

Les recherches récentes de Frenzel, de Fermi[1], de Paul Otte[2] ont montré que le protoplasme vivant n'était pas attaqué par les ferments digestifs : les animaux appartenant aux groupes zoologiques les plus divers, les plantes, peuvent continuer à vivre dans du suc pancréatique très actif, alors que des flocons de fibrine où des tissus morts y sont rapidement attaqués et dissous. Nous en revenons ainsi à l'ancienne explication de Hunter : les tissus vivants ne sont pas digérés parce qu'ils sont vivants. Pour Fermi, le protoplasme vivant constitue une combinaison chimique insoluble dans les solutions de ferments. Le protoplasme résiste aux ferments protéolytiques, comme il résiste à l'eau, à la pénétration par les sels, par les matières colorantes, etc. Un certain nombre d'albuminoïdes non vivants (mucine, élastine, etc.) résistent d'ailleurs également à l'action digestive. La mort du protoplasme correspond à un changement de constitution chimique qui le rend justiciable des attaques des ferments. Pour Frenzel, le protoplasme fabriquerait des substances spéciales, *antiferments*, qui le protégeraient contre les sucs digestifs.

Mais, si le protoplasme vivant résiste aux solu-

[1] *Arch. f. Physiologie*, 1895, p. 559, et 1896, p. 363.
[2] *Biol. Centralbl.*, 1896, p. 406.

[1] *Arch. ital. Biologie*, XXIII, p. 433.
[2] *Arch. Biologie*, 1896, p. 635.

tions neutres de ferment, il est attaquable par les solutions acides ou alcalines trop concentrées qui agissent comme caustiques. La plupart des tissus vivants ne peuvent résister à l'action du suc gastrique acide, parce que leurs éléments sont tués par l'action caustique de l'acide chlorhydrique, ce qui permet ensuite à la pepsine de les dissoudre. Les cellules de la muqueuse gastrique sont des cellules spécialisées qui se sont adaptées à la présence de l'acide chlorhydrique, comme les cellules des glandes à acide sulfurique de certains mollusques gastéropodes ou celles des végétaux acides (citrons).

Biondi, en combinant l'auscultation et la percussion, est arrivé à limiter très exactement sur le vivant, à travers la peau, la situation exacte et les limites des différents organes. Roux s'est servi de cette méthode, pour déterminer le moment où l'estomac se vide au cours d'une digestion. Il a constaté que l'évacuation du contenu de l'estomac ne commençait, chez l'homme sain, que trois heures et demie à quatre heures après le repas, et que cette évacuation se faisait complètement en quelques minutes. Il a découvert qu'il était possible de raccourcir beaucoup la durée du séjour des aliments dans l'estomac, et d'en provoquer l'évacuation à une période quelconque de la digestion, en faisant ingérer au sujet en expérience une certaine quantité de peptone (2 grammes de peptone sur 15 à 20 grammes d'eau). Le sujet doit incliner le corps vers la droite, de manière que la solution de peptone vienne en contact avec le pylore. Dans les conditions ordinaires de la digestion, c'est sans doute aussi l'accumulation de peptone dans l'estomac et son contact avec la muqueuse pylorique, qui est le point de départ du mouvement d'évacuation du contenu stomacal.

Dastre a constaté que les ferments digestifs ne sont pas absolument insolubles dans l'alcool, comme on le croit généralement. La trypsine se dissout dans des liquides contenant de 10 à 40 °/₀ d'alcool et peut encore agir dans des milieux contenant 15 °/₀ (porc) ou 22 °/₀ (chien) d'alcool. La diastase pancréatique conserve son activité en présence de 20 °/₀ d'alcool, et est encore soluble dans l'alcool à 65 °/₀.

V. — Sécrétion interne.

La notion de la *sécrétion interne* des glandes et des organes, si discutée au moment où Brown-Séquard la présentait au monde scientifique, est à présent universellement acceptée. Cette théorie a jeté un jour nouveau sur une série de faits qui jusqu'alors restaient sans lien. Elle nous explique par exemple l'altération de nutrition du système nerveux (*cachexie strumiprive*) qui se montre après l'extirpation du corps thyroïde. Le corps thyroïde fabrique, par sécrétion interne, des produits qu'il verse dans le sang et qui sont indispensables à la nutrition des centres nerveux. Les accidents de la *cachexie strumiprive* proviennent de la suppression de cette sécrétion interne. On peut, en effet, atténuer ou prévenir ces accidents en faisant aux animaux opérés des injections intraveineuses de sucs des glandes thyroïdes empruntées à des sujets sains (Gley, Vassale, etc.).

L'administration d'extraits thyroïdiens ou de thyroïde en substance est entrée dans la pratique médicale courante et n'est plus limitée au traitement du goitre. On a constaté que l'ingestion de corps thyroïde exerçait une action profonde sur la nutrition générale [1]. Les phénomènes de désassimilation de la graisse et de l'albumine acquièrent sous l'influence de ce traitement une activité tout à fait exagérée. Ce serait un des moyens les plus efficaces de faire disparaître la graisse chez les obèses. Malheureusement cette pratique ne serait pas sans danger.

La question de la sécrétion interne du corps thyroïde, des capsules surrénales, etc., est entrée récemment dans une phase nouvelle par la découverte des substances auxquelles leur produit de sécrétion doit son activité.

Baumann [2], en faisant digérer la glande thyroïde dans du suc gastrique, a obtenu un résidu brun, d'où il a extrait une substance phosphorée contenant 10 °/₀ d'iode, soluble dans l'alcool et les solutions aqueuses alcalines ou salines (0.75 NaCl), précipitable par les acides. La *thyroïodine* de Baumann guérit les goitreux, comme le fait le suc de la glande. Fränkel a décrit dans les extraits thyroïdiens une seconde substance active, qu'il appelle *thyréoantitoxine*. Son absorption par le chien qui a subi l'ablation du corps thyroïde n'empêcherait pas la mort de l'animal, mais supprimerait les convulsions. Drechsel a également trouvé, dans le suc thyroïdien, deux bases précipitables par l'acide phosphomolybdique, donnant avec la baryte un composé cristallin. L'une d'elles est peut-être identique à la thyréoantitoxine. S'il faut s'en rapporter aux expériences cliniques ou physiologiques faites avec ces différentes substances, il faudrait admettre dans le corps thyroïde plusieurs (au moins trois) substances actives.

Fränkel [3] a réussi également à isoler du suc des

[1] *Arch. de Physiologie*, 1895, p. 120.

[1] Magnus-Levy, *Deutsche med. Wochens.*, XXII, p. 491; Schöndorff, *Arch. f. d. ges. Physiol.*, LXIII, p. 423; Roos, *Zeits. f. physiol. Chem.*, XXII, p. 18; Gluzinski et Lemberger, *Centralbl. f. inn. Medic.*, XVIII, p. 90.

[2] *Zeit. f. Physiol. Chem.*, 1895, 1896.

[3] *Wiener med. Blätter*, 1896, n° 14.

capsules surrénales une substance nouvelle, dont l'injection intraveineuse produit une élévation considérable de la pression sanguine. On sait que cette élévation constitue un des symptômes les plus caractéristiques qui se montrent après injection d'extrait de capsule surrénale [1].

De Cyon [2] a découvert des relations extrêmement intéressantes entre la glande thyroïde et le cœur. La fonction principale de la *thyroïodine* consisterait à exciter les appareils nerveux régulateurs du cœur. On peut exagérer cette action par l'administration de thyroïodine. Après une injection de cette substance, l'excitation du dépresseur provoque parfois une telle baisse de la pression sanguine que le cœur anémié cesse de battre. On sait que le nerf dépresseur est un nerf centripète provenant du cœur. D'après de Cyon, le cœur réglerait lui-même, par l'intermédiaire de ses propres nerfs centripètes et des nerfs centrifuges du corps thyroïde, l'activité de la glande, c'est-à-dire la production de la thyroïodine qui est indispensable à son fonctionnement.

E. Curatulo et L. Tarulli [3] et, plus récemment, Keiffer, ont signalé des faits qui parlent en faveur d'une sécrétion interne des ovaires. Après ovariotomie double, la quantité d'acide phosphorique éliminée par les urines chez la chienne diminue de moitié. On sait d'ailleurs que les ostéomalaciques guérissent par la castration.

VI. — Respiration. Oxydations. Nutrition.

Depuis les mémorables recherches de Jourdanet et de Paul Bert, les physiologistes sont d'accord pour admettre la théorie qui explique le *mal des montagnes* par l'*anoxyhémie*, c'est-à-dire par la diminution de l'oxygène du sang. Cette diminution elle-même provient de l'abaissement de la tension de l'oxygène de l'air des alvéoles pulmonaires. L'oxygène ne présente plus, entre l'air des alvéoles et le sang, une différence de tension suffisante pour qu'il pénètre en quantité voulue dans ce liquide.

On sait que l'homme et les Vertébrés supérieurs peuvent s'habituer assez rapidement à un climat de montagne et supporter alors sans inconvénient une altitude de plus de 4.000 mètres, qui, primitivement, causait le mal des montagnes. Cet acclimatement s'explique par une multiplication du nombre des globules rouges du sang et par une augmentation dans la quantité absolue d'hémoglobine. Il en résulte une facilité plus grande de l'absorption de l'oxygène, qui compense la diminution de tension que ce gaz présente dans l'air.

Cette théorie donne donc une explication très satisfaisante de l'accoutumance à la diminution de pression. Elle nous explique aussi l'apparition ou l'aggravation du mal des montagnes sous l'influence de toutes les causes qui augmentent la consommation respiratoire de l'oxygène, et notamment de l'exercice musculaire.

Mosso [1] a repris la question. Il a passé tout un mois au sommet du Mont-Rose (4.560 mètres) avec un matériel expérimental complet, et une partie du personnel de son laboratoire. Il considère la théorie du déficit d'oxygène comme inexacte, et propose de lui substituer la théorie du défaut d'anhydride carbonique qu'il appelle *acapnie* (ἄκαπνος, sans fumée). L'excitation normale des centres nerveux qui président aux mouvements de la respiration et de la circulation est constituée par l'anhydride carbonique du sang. Si l'exhalation de l'acide carbonique s'opère d'une façon exagérée à la surface pulmonaire, par suite de la diminution de la pression extérieure, comme c'est le cas dans les hautes régions de l'atmosphère, il ne reste plus assez d'acide carbonique dans le sang pour entretenir l'activité des centres de la circulation et de la respiration. Les troubles du mal des montagnes proviendraient donc d'un déficit de CO^2, dû à une élimination trop rapide au niveau des poumons.

Il y a quelques années, Jacquet démontra que les oxydations organiques, qui sont la source de l'énergie chez les êtres vivants, sont réalisées dans nos tissus par l'intermédiaire de ferments solubles ou enzymes. Depuis cette époque, on a signalé la présence de ferments oxydants dans un grand nombre de milieux organiques. J. Abelous et Biarnès [2] ont trouvé que ces ferments existent également dans le sang, ils ont constaté qu'ils sont répartis d'une façon irrégulière dans l'organisme et plus spécialement localisés dans certains organes : foie, poumon, rate. Les muscles en contiennent peu. Le pouvoir oxydant des organes était mesuré en déterminant la quantité d'acide salicylique que peut former un poids déterminé de ces organes mis en présence de l'aldéhyde salicylique. Dans une autre série de recherches, ils ont utilisé le bleuissement, au contact des organes, d'une solution alcaline de paraphénylène diamine (α-Naphtol).

Bourquelot et Bertrand ont montré que le bleuissement et le noircissement des champignons à l'air sont également des phénomènes d'oxydation réalisés par des ferments oxydants ou *laccases*.

---

[1] Biedl, Szymonowicz, *A. f. d. g. Physiol.*, LXIV; Gottlieb, *Arch. f. exp. Path.*, XXXVIII, p. 99.
[2] *Centralbl. f. Physiol.*, XI, p. 279 et 357.
[3] *Arch. ital. de Biologie*, XXIII, p. 368.

[1] *C. R. Soc. Biol.*, 1896.
[2] *Arch. de Physiologie*, VII, p. 195 et 311.

Le *Boletus cyanescens*, espèce vénéneuse de bolet commune dans les bois, contient une substance incolore, soluble dans l'alcool, qui, sous l'influence d'un ferment oxydant, fournit un produit d'oxydation bleu. Le *Russula nigricans* noircit à l'air par un mécanisme analogue. La formation de la laque de Chine et du Japon se fait également par fermentation et oxydation d'un suc de plante.

Les travaux de l'école de Munich (Carl Voit et Pettenkofer) avaient établi ce principe, que, si l'on représente par 100 la quantité d'albumine qui se détruit chaque jour chez un sujet privé complètement d'aliments, et vivant par conséquent aux dépens de sa propre substance, la ration alimentaire suffisant à l'entretien du même sujet et le maintenant en équilibre d'azote, doit comprendre un minimum d'albumine notablement supérieur à la valeur 100, qui représente cette destruction typique journalière d'albumine organique pendant le jeûne. Ce minimum d'albumine alimentaire dépasserait par exemple 150 à 200. J. Munk s'est le premier élevé contre cette doctrine. Rubner, Hirschfeld, Kumagawa, Klemperer, Breisacher et d'autres ont montré, après Munk, que l'homme, aussi bien que le chien, peut vivre avec une quantité d'albumine alimentaire inférieure à celle qui représente la destruction d'albumine pendant la période d'abstinence.

Im. Munk a publié une nouvelle expérience fort concluante. Un chien, qui éliminait plus de 6 grammes d'azote par jour dans ses urines, pendant une période d'abstinence de six jours, fut ensuite nourri avec très peu de viande (100 grammes) et beaucoup de fécule (200 grammes) et de graisse (75 grammes). L'élimination diurne d'azote descendit au-dessous de 6 grammes, puis de 5 grammes, ce qui n'empêcha pas l'animal d'augmenter de poids et de déposer de l'albumine dans ses tissus.

Erwin Voit[1], fils de Carl Voit, a repris la question dans le laboratoire de son père. Il trouve que, si l'on représente par 100 la quantité typique d'albumine détruite dans le corps du chien à jeun, on constate que le minimum d'albumine alimentaire suffisant pour conserver l'équilibre d'azote du corps est représenté par 368 pour une alimentation exclusivement azotée (viande maigre). Pour une alimentation mixte, composée de graisse et d'albumine, il faut un minimum d'albumine représenté par 157 à 193; si l'on nourrit l'animal de féculents et d'albumine, le minimum d'albumine alimentaire pourra descendre à 108 à 134. Pour que ce minimum d'albumine soit suffisant, il faut donner un grand excès d'aliments non azotés, fournir, par exemple, une quantité de graisse représentant 127 % de l'énergie nécessaire à l'animal, ou une quantité de fécule représentant 155 % de cette même énergie. *Adhuc sub judice lis est.*

Même divergence d'opinion quand il s'agit de déterminer le rôle joué par l'albumine dans l'organisme. Tandis que Pflüger considère l'albumine comme le combustible par excellence des muscles, Chauveau, en France, Seegen, en Allemagne, n'ont cessé de défendre la thèse opposée, qui voit dans la glycose et dans les hydrocarbonés, en général, la source chimique unique de l'énergie développée par les muscles. I. Munk et Zuntz admettent que le muscle brûle tout aussi bien la graisse ou l'albumine que le combustible hydrocarboné, quand ce dernier vient à faire défaut.

La réserve de graisse des différents organes est-elle consommée sur place, ou transportée par le sang dans les cellules actives? La dernière alternative paraît correspondre à la réalité, si l'on en juge par les expériences de E.-N. Schultz[1]. Il a trouvé le sang des animaux à jeun notablement plus riche en graisse (jusqu'à 100 % de plus) que celui des animaux nourris normalement.

E.-N. Schultz, dans ses dosages de graisse, ne s'est pas contenté du traitement classique à l'éther bouillant, qui, d'après Pflüger et Argutinsky, est loin d'extraire complètement la graisse des organes desséchés. Comme l'avait fait Dormeyer[2], il a fait précéder l'extraction par l'éther d'une digestion au moyen d'un suc gastrique très actif. Bogdanow[3] a d'ailleurs montré que les muscles offrent deux variétés de graisse, l'une d'extraction facile appartenant au tissu interstitiel, l'autre contenue à l'intérieur même des fibres musculaires, riche en acides gras, et nécessitant des procédés spéciaux d'extraction.

Hanriot[4] explique le mécanisme de la nutrition intime des tissus par les corps gras par l'intervention d'un ferment soluble, la *lipase*, contenu dans le plasma sanguin, et qui jouirait, comme le ferment saponifiant du suc pancréatique, de la propriété de dédoubler les graisses en glycérine et acides gras. Les acides gras se transformeraient ensuite en acides de plus en plus simples, butyrates, acétates, et finalement carbonates, dont l'acide carbonique s'exhalerait au niveau du poumon.

Cohnstein et Michaelis attribuent au sang une propriété lipolytique, c'est-à-dire de destruction de la graisse, fonction différente de celle qui correspond à la présence de la lipase.

[1] *Zeits. f. Biologie*, XXXII, p. 58 et XXXIII, p. 333, 1896.

[1] *Arch. f. d. ges. Physiol.*, LXV, p. 299.
[2] *Arch. f. d. ges. Physiol.*, LXV, p. 90.
[3] *Arch. f. d. ges. Physiol.*, LXV, p. 81.
[4] *Bull. Acad. de Méd.*, 10 novembre 1896.

On sait que les peuples qui se nourrissent principalement de végétaux se montrent particulièrement avides de chlorure de sodium. Bunge avait donné de ce fait une explication très plausible. Il admettait que les sels de potassium des aliments végétaux exercent sur nos tissus une action nuisible, en en chassant les sels de sodium. Il en résulterait un déficit de sodium, si la perte de sels sodiques n'était compensée par une ingestion continue de chlorure de sodium.

Lapicque a cité des faits qui ne cadrent nullement avec cette théorie. Certains peuples phytophages de l'Afrique centrale ajoutent à leurs aliments, non des sels de sodium, mais des sels obtenus par le lessivage des cendres de végétaux particulièrement riches en potassium. L'addition de sels de potassium ou de sodium sert probablement de condiment, c'est-à-dire relève la saveur peu développée des aliments végétaux [1].

VII. — Système nerveux.

Goltz et Ewald [2] ont réussi à conserver en vie plusieurs chiens, chez lesquels la moelle épinière avait été détruite sur toute la longueur des régions sacrée, lombaire et dorsale, et sur une partie de la région cervicale. Le système nerveux central n'était plus représenté chez ces animaux que par l'encéphale et la partie supérieure de la moelle cervicale. La moelle épinière n'est donc nécessaire ni à la conservation de la vie, ni à la nutrition du tronc et des extrémités. Le tonus vasculaire et la faculté d'adapter les vaisseaux cutanés aux variations de la température extérieure se rétablissent un certain temps après l'opération. Il en est de même du fonctionnement des sphincters de l'anus et de la vessie. Les partisans de l'existence de nerfs trophiques spéciaux pourront difficilement concilier leur doctrine avec les faits décrits par Goltz et Ewald.

Depuis une vingtaine d'années, les physiologistes ont publié un grand nombre d'expériences tendant à faire du labyrinthe de l'oreille interne un organe du sens statique, du sens de l'équilibre, du sens du mouvement d'accélération, du sens du mouvement de rotation, etc., etc. De Cyon vient de publier une critique expérimentale de ces expériences dans laquelle il entreprend une charge à fond contre la nouvelle tendance (critique des travaux de Mach, de Delage, de Goltz, d'Ewald et Breuer, de James et Kreidl, etc., etc., dont quelques-uns ont été analysés ici).

D'après de Cyon, les trois canaux semi-circulaires servent uniquement à nous donner la notion des trois dimensions de l'espace.

[1] *C. R. Soc. de Biol.*, 30 mai 1896, p. 532.
[2] *Arch. f. d. ges. Physiol.*, LXIII, p. 362.

Il résulte des nombreuses expériences faites par A. Kreidl [1], sur des poissons rouges, que ces animaux sont absolument sourds. L'oreille des poissons ne leur sert pas à percevoir les sons. Kreidl a eu l'occasion d'observer un fait qui est souvent cité comme preuve des facultés auditives des poissons. Au couvent de Kremsmünster, on a l'habitude d'appeler les poissons de l'étang au son de la cloche, pour leur distribuer leur nourriture. Kreidl a constaté que les sensations auditives n'étaient pour rien ici dans le rassemblement des poissons. C'est la vue de la personne qui apporte la nourriture, ainsi que la trépidation mécanique due à sa marche, qui sert d'avertissement aux poissons les plus rapprochés et qui les met en mouvement. Les autres suivent les premiers.

La découverte des rayons X a été tout un événement au point de vue chirurgical. Le diagnostic des fractures, des maladies osseuses et surtout la localisation des corps étrangers métalliques logés dans les tissus vivants, se fait, grâce aux rayons Röntgen, avec une facilité et une précision dont on n'avait aucune idée auparavant. Ces rayons, ou les effluves électriques qui les accompagnent, paraissent agir d'une façon défavorable sur la nutrition de la peau : de différents côtés on a signalé des éruptions cutanées plus ou moins douloureuses chez les personnes ayant été exposées pendant un certain temps à leur action. Ils ont jusqu'à présent été peu étudiés par les physiologistes. On sait qu'ils sont absolument invisibles pour notre œil, propriété qu'ils partagent avec les rayons de chaleur obscure et avec ceux du spectre ultra-violet. Leur invisibilité ne doit pas nous étonner, puisque notre œil n'est sensible qu'aux radiations de l'éther comprises entre le rouge et le violet du spectre solaire.

Fuchs et Kreidl [2] ont d'ailleurs constaté sur la rétine de la grenouille, que les rayons X n'ont pas d'action sur le pourpre visuel [3].

Si l'œil de l'homme est insensible aux rayons X, il n'en est pas nécessairement de même des organes des sens d'autres animaux. Ne savons-nous pas depuis longtemps que certains insectes, les fourmis, par exemple, sont très sensibles aux rayons ultra-violets du spectre que nous ne voyons pas ?

Axenfeld [2] a pu constater que les rayons X agissent sur les yeux des insectes, et que cette action produit dans certains cas des effets analogues à ceux de la lumière ordinaire. Axenfeld place des mouches, ou d'autres insectes amis de la lumière,

[1] *Arch. f. d. ges. Physiol.*, LXIII, p. 581.
[2] *Centralbl. f. Physiol.*, X, p. 249.
[3] *Centralbl. f. Physiol.*, X, p. 147.

dans deux boîtes en bois communiquant ensemble par une petite porte. Il soumet l'appareil à l'action des rayons X, en ayant soin d'entourer l'une des boîtes d'une enveloppe en plomb, formant écran imperméable aux rayons X. Dans ce cas, les mouches quittent ce compartiment et se rendent de préférence dans celui qui est exposé aux rayons X. Après extirpation des yeux, les insectes ne montrent plus de préférence pour le local où pénètrent les rayons X.

VIII. — Reproduction. Régénération.

Loeb avait constaté une formation d'embryons doubles dans les œufs fécondés d'oursin qui avaient été traités par l'eau de mer diluée. En opérant de la même façon sur l'oursin livide, Rawitz [1] trouve que l'eau de mer diluée peut provoquer la déchirure de la membrane de l'œuf, déchirure donnant issue à une partie du contenu de l'œuf. Malgré cette soustraction d'une partie de l'œuf, la segmentation se fait normalement et conduit à la formation d'une *gastrula* typique. Rawitz voit dans ce fait, ainsi que dans ceux signalés par Loeb, un argument péremptoire contre la théorie de la détermination de Weissmann, en vertu de laquelle chaque partie de l'œuf est prédestinée à devenir une partie déterminée de l'embryon futur.

Les faits décrits par Herlitzka paraissent également en contradiction formelle avec la théorie de Weissmann.

On sait que, dans le développement embryonnaire, la cellule-œuf se divise en deux cellules ou blastomères qui, elles-mêmes se divisent en deux, et ainsi de suite, de manière à constituer un amas cellulaire, puis un embryon. Amedeo Herlitzka [2] a réussi, sur l'œuf du Triton à crête, à séparer, au moyen d'un cheveu, les deux premiers blastomères. Chacune des cellules s'est divisée et subdivisée ultérieurement et a fini par constituer un embryon complet, ne se distinguant que par une taille inférieure à la normale. Un seul œuf coupé en deux a donc fourni deux embryons complets.

M. Edmond Bordage, directeur du Muséum d'Histoire naturelle de Saint-Denis (Réunion), a eu l'occasion d'observer l'*autotomie* chez plusieurs orthoptères géants ainsi que sur leurs larves.

Le *Monandroptera inuncans*, superbe phasmide atteignant deux décimètres de long, abandonne ses pattes lorsqu'elles sont mordues par les fourmis. La cassure se fait toujours au niveau d'un sillon préexistant, suivant la soudure du trochanter et du fémur, qui ne sont pas mobiles l'un sur l'autre comme chez les autres insectes. Cette soudure du trochanter et de la cuisse rappelle donc celle que l'on observe chez les crabes, entre le *basipodite* et l'*ischiopodite*. L'autotomie se fait encore plus facilement chez la larve de *Monandroptera* et peut d'ailleurs être suivie de régénération. Mais, fait extrêmement curieux, le tarse de la patte régénérée est tétramère, ne comprend que quatre articles au lieu de cinq, qui constituent le chiffre normal des articles de *Monandroptera*. M. Bordage voit dans ce fait un curieux cas d'*atavisme*, de retour à une disposition ancestrale semblable à celle que l'on observe encore chez les Locustides [1].

Giard a proposé de donner le nom de *régénération hypotypique* aux faits de régénération qui tendent ainsi à faire apparaître une disposition *ancestrale*, existant souvent encore chez des espèces voisines de celle qu'on étudie. Il cite un certain nombre de cas de régénération où le type morphologique du membre reproduit correspond, non pas à l'état d'équilibre stable actuellement réalisé dans l'espèce considérée, mais à un état d'équilibre précédent, soit que les réserves nutritives soient insuffisantes, soit plutôt qu'il y ait avantage pour l'individu mutilé à abréger le processus de réintégration et à ne pas reparcourir entièrement tous les stades phylogéniques ancestraux.

Ainsi G. Boulenger avait montré que, chez certains lézards, la queue régénérée présente une écaillure différente de celle du groupe dont ils font partie, et rappelant une forme phylogénique antérieure. Depuis, on a publié de nombreux cas du même genre. F. Werner [2] vient de leur consacrer un travail détaillé accompagné de planches.

Balbiani et Henneguy [3] trouvent que deux fragments de queue de têtard appliqués l'un contre l'autre peuvent se souder l'un à l'autre par prolifération de cellules épithéliales (division cellulaire amitotique).

Léon Fredericq,
Professeur de Physiologie
à l'Université de Liège.

[1] *Archiv f. Physiol.*, 1896, p. 177.
[2] *Centralbl. f. Physiol.*, X, p. 113.

[1] *C. R.*, 15 février, 25 janvier, 28 juin 1897.
[2] *Wiener Sitzungsber*, CV, (1), p. 123.
[3] *C. R.*, CXXII, p. 269.

ACTUALITÉS

SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

LES USINES D'ARTILLERIE AMÉRICAINES : BETHLEHEM, MIDVALE, ETC.

Nous avons vu, dans des articles précédents[1], les deux grandes usines Krupp et Armstrong, puissamment outillées et assurées en tout temps de commandes par leurs gouvernements respectifs, s'efforcer, en outre, de satisfaire à la clientèle d'autres Etats. Mais nous avons fait remarquer également la tendance bien nette des puissances européennes à ne s'approvisionner de matériel de guerre qu'à des établissements situés sur leur territoire, ce qui restreint les marchés ouverts à notre production industrielle en ce genre. Restent encore dans les autres parties du monde certains Etats : en Asie, c'est uniquement le Japon, car le gouvernement chinois semble habitué à recourir aux deux grandes maisons citées plus haut. Mais le Japon tend lui-même à se rendre indépendant pour son armement comme pour sa flotte. Reste enfin l'Amérique. Mais nous allons voir que les Etats-Unis échappent également (et plus que jamais sous la présidence de Mac-Kinley) à la production européenne, sauf pour quelques articles spéciaux, et les Etats de l'Amérique du Sud seront sans doute bientôt amenés à devenir tributaires des grandes usines des Etats-Unis, lorsque ces dernières songeront à s'emparer de ce marché voisin. Qui sait même si ces maisons ne viendront pas jusqu'en Europe chercher un débouché à leurs produits.

Quel est donc l'outillage industriel des Etats-Unis au point de vue spécial que nous traitons ici?

Pour l'Etat, les conditions de fabrication peuvent se diviser en deux sections. La première est relative à la fourniture des matières premières ébauchées, telles que tubes, frettes, etc. Ces matières sont toujours demandées à l'industrie privée (usines de Bethlehem, de Homestead, de Midvale, etc.). La deuxième section comporte l'usinage et l'assemblage des divers éléments. Ces opérations se font en principe dans les ateliers de l'Etat, à Watervliet pour la Guerre, à Washington pour la Marine. Cependant, il peut se faire que les établissements industriels soient appelés à fournir les pièces terminées : c'est aussi naturellement ce qui se passe pour l'artillerie de modèles spéciaux, propriétés de leurs inventeurs.

Le régime des usines américaines présente donc de grandes analogies avec celui des maisons françaises du Creusot, de Saint-Chamond, etc., qui fournissent également à l'Etat les matières premières et les éléments ébauchés, et exceptionnellement des objets terminés. Mais ce qui distingue notablement les usines américaines des nôtres, c'est d'abord leur grande facilité et rapidité de transformation. C'est le propre du caractère yankee de modifier sans hésitation la marche de ses travaux : une usine outillée pour l'artillerie se transformera presque instantanément en usine de wagons ou de tels autres produits, si les commandes d'artillerie font défaut, pour reprendre non moins rapidement et sur un plus grand pied son ancien travail dès que l'occasion s'en présente. Joignons à cela la grande mobilité du personnel ouvrier, et surtout la grande ingéniosité et la grande perfection des machines-outils. C'est là un élément fort important à considérer, car il permet précisément la mobilité du personnel. Lorsque l'on ne dispose que de machines relativement primitives, la nécessité s'impose d'avoir des ouvriers spéciaux, affectés de tout temps à un travail déterminé: lorsque, au contraire, les outils deviennent de plus en plus ingénieux, leur conduite, pour délicate qu'elle se présente, ne nécessite pas cependant un ouvrier spécialisé. Un bon mécanicien gouvernera un jour une machine à double action servant à la fois à forer intérieurement et à tourner extérieurement un tube de bouche à feu, par exemple, et le lendemain une machine de tout autre genre pour fabriquer des organes de machine à vapeur. En un mot, la perfection de l'outillage permet la mobilité et l'interchangeabilité des bons ouvriers, en évitant leur spécialisation excessive.

Telles sont les conditions générales du travail de l'artillerie aux Etats-Unis. Quels sont maintenant les principaux ateliers?

Citons avant tout les célèbres usines de Bethlehem.

Bethlehem. — Fondés en 1857, les ateliers sont situés sur la rivière Lehigh, à 87 milles de New-York, reliés à ce port par le chemin de fer de la vallée du Lehigh et par le chemin de fer central de New-Jersey, et à 55 milles de Philadelphie, par la branche Nord-Pensylvanie du chemin de fer de Philadelphie et Reading. Ils sont reliés à la région des mines d'anthracite par la vallée du Lehigh et d'autres voies ferrées. On voit que la situation est excellente tant pour l'arrivée des matières premières que pour l'expédition des produits de toute nature.

La puissance de l'établissement est énorme. Sept hauts fourneaux, approvisionnés d'anthracite par la haute vallée du Lehigh, transforment d'excellents minerais d'hématite et de magnétite en fonte, qu'une voie ferrée conduit directement aux convertisseurs Bessemer, pour une production annuelle de 160.000 francs.

Deux fours Pernot et six fours Siemens, ces derniers chauffés au pétrole, donnent de leur côté, les aciers plus spéciaux, qui sont comprimés à l'état liquide, s'il y a lieu, par les procédés Whatworth.

Pour le travail de ce métal, les usines disposent d'un pilon de 125 tonnes et d'une presse à forger de 14.000 tonnes. En ce qui concerne le pilon, le poids total de la chabotte est de 2.150 tonnes, le diamètre du cylindre de $1^m,930$ avec une course de 5 mètres, et la pression de la vapeur d'environ 8 kilos. La tige du piston, en acier forgé, de 43 centimètres de diamètre, est creuse sur toute sa longueur, qui est de $12^m,200$. La hauteur totale du pilon au-dessus du sol est de $27^m,430$. Cet outil, qui fonctionne depuis 1891, sert au forgeage des blindages, des canons, des arbres coulés ou forgés sur mandrin.

La presse de 14.000 tonnes, destinée spécialement à la fabrication des blindages, se compose de deux cylindres hydrauliques de $1^m,27$ de diamètre indépendants l'un de l'autre, à rotules, de sorte que le forgeage conique peut se faire facilement sans l'emploi d'étampes spéciales. La pression de l'eau est de 500 kilos par centimètre carré : celle-ci est fournie par 4 pompes de 16.000 chevaux de puissance; les cylindres à vapeur des machines motrices ont $2^m,286$ de diamètre; la course du piston est de 1 mètre et le nombre de tours de 80 par minute.

Ces faits donnent une idée suffisante de la puissance de l'usine : on ne sera donc pas surpris des résultats qu'elle a pu présenter à Chicago en ce qui concerne le matériel d'artillerie. Citons, par exemple, un canon de 305 millimètres, d'une longueur de $11^m,20$ et du poids de 46 tonnes, dont le tube et la jaquette sont en acier coulé comprimé à l'état liquide, forgés sur mandrin, puis trempés et recuits. Citons encore une jaquette venue de forge avec frette de volée et ayant les dimensions brutes suivantes : diamètre extérieur, $1^m,006$;

[1] *Rev. gén. des Sc.* des 15 février et 15 mars 1897.

diamètre intérieur, 676 millimètres; longueur totale, 7m,70; poids brut, 23 t. 9.

Enfin l'acier au nickel, d'une production courante à Bethlehem, donne couramment de 38 à 40 kilos comme limite d'élasticité, avec 62 à 68 kilos à la rupture et de 18 à 24 % d'allongement.

Dans ces conditions on ne s'étonnera pas que l'usine puisse livrer un canon de 12 tonnes (305 millimètres) dans un délai de seize mois, ou de douze mois en cas d'urgence; on ne s'étonnera pas non plus que sa production normale de matériel d'artillerie puisse être aisément agrandie dans des proportions considérables si les commandes se présentaient.

Les affûts à éclipse, types Buffington-Crozier et autres, sont aussi l'un des principaux produits des ateliers d'artillerie de Bethlehem. Un affût Buffington-Crozier y demande environ six mois pour sa construction, seulement en cas d'urgence. — En outre de ces affûts d'un type normal, l'usine étudie et fait breveter à chaque instant de nouveaux modèles d'affûts et de tourelles.

Midvale. — A côté de l'usine de Bethlehem, il convient encore de signaler celle de Midvale à Philadelphie, tant pour la production des obus de rupture, type Holtzer, que pour celle des obus dits *semi-armor-piercing*, production qui deviendrait aussi rapide qu'il serait nécessaire au bout des deux ou trois mois demandés pour le développement de l'outillage; l'usine est aussi parfaitement outillée pour la fabrication des canons bruts ou des affûts ébauchés à livrer aux arsenaux.

Ainsi un corps de canon de 12 p. (305 millimètres) serait livré au bout de 50 jours; puis les livraisons se succéderaient de mois en mois, et cela en régime normal de production. Nous sommes loin des lenteurs caractéristiques des usines françaises.

Il convient encore, pour les projectiles, de citer *Carpenter*, *Johnson*, avec sa spécialité d'acier coulé vraiment remarquable, et enfin *Wheeler Sterling*, dont les obus de rupture passent aujourd'hui à l'étranger pour les premiers de tous. Cette dernière maison, associée maintenant avec la maison Firth, de Sheffield, commence à s'imposer sur le marché européen.

Enfin, dans un autre ordre d'études, nous signalerons les canons Brown à fils d'acier et grande puissance, les canons à tir rapide Driggs Schrœder, et surtout les canons pneumatiques, pour la défense des côtes, avec les obus à charge formidable de gélatine que l'emploi de l'air comprimé leur permet d'envoyer. On ne saurait préjuger l'avenir réservé à cette invention : mais les constructeurs agiront sagement en ne perdant pas de vue la voie dans laquelle s'est ainsi engagé M. Zalinski, non plus que les fusées à circuit électrique et les projectiles à chambre explosive suspendue tels que les obus Justin pour la traversée des plaques de blindage.

On voit que l'initiative privée, en inventions comme en fabrication, montre en Amérique toute sa puissance, et comme capacité et comme vitesse de production. Peut-être le jour n'est-il pas éloigné où les nations européennes, en quête d'une solution rapide pour la constitution de leur nouveau matériel, seront obligées de faire appel aux puissants établissements que nous venons de citer et qui sauront se transformer instantanément pour faire face à toutes les exigences de fabrication, comme de délai. Peut-être même, si la fabrication de l'artillerie continue à se développer, viendront-ils, même en dehors de cette éventualité, aborder le marché européen, comme le fait déjà Wheeler Sterling, car ce développement même entraînera des réductions dans leurs prix de revient et de livraison.

Sans doute Krupp et Armstrong, avec leur outillage intense, avec leur clientèle d'Etat assurée, pourront accepter la lutte. Il ne saurait, croyons-nous, en être de même des usines françaises vivant au jour le jour de commandes péniblement obtenues et, malgré tout, peu rémunératrices, vu leur faible importance. Obligées de réclamer des prix très élevés, obligées d'imposer des délais de paiement très rapprochés par suite de la faiblesse relative de leurs capitaux, nos usines, malgré la bonne qualité de leurs produits, n'attirent que difficilement et conservent encore moins aisément leur clientèle.

Il y aurait cependant un intérêt vital et pour la prospérité de l'industrie et pour la sécurité nationale à ne pas laisser de tels établissements sombrer devant la concurrence européenne d'aujourd'hui et américaine de demain. La solution du problème est tout indiquée par la prospérité des établissements rivaux. Ce serait que l'Etat, au lieu de monopoliser l'usinage du matériel, associât davantage les industriels à ce travail, que ses établissements ne fussent que des centres d'étude et des régulateurs de travail, au lieu de s'efforcer de satisfaire à l'universalité des besoins. Ce serait une erreur de croire que la décentralisation de l'usinage serait plus onéreuse pour le budget. Les usines officielles, par suite des lenteurs administratives et des formalités budgétaires, ont un outillage toujours arriéré. Les prix de revient y sont faussés, parce que l'on n'y voit pas figurer en compte la solde d'une partie du personnel.

Que les arsenaux et ateliers de l'Etat reviennent donc à leur rôle naturel, qui est de conserver le matériel, d'exécuter les modèles d'étude, et ne fabriquent du matériel neuf qu'à titre exceptionnel. Qu'ils laissent aux usines privées, sous leur contrôle, l'exécution de tous les types adoptés, tout en suivant avec intérêt leurs recherches, en s'y associant au besoin. L'industrie s'en trouvera bien, le budget mieux encore, et la sécurité nationale bien davantage.

COLONEL X...

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Thybaut (Alexandre), *Professeur de Mathématiques au Lycée de Lille.* — **Sur la déformation du paraboloïde et sur quelques problèmes qui s'y rattachent.** — (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *vol. in*-4° *de* 60 *pages. Gauthier-Villars, éditeurs. Paris*, 1897.

La construction de surfaces applicables sur une surface donnée S a beaucoup exercé la sagacité des géomètres (Bour, MM. Darboux, Weingarten, ...). Il faut étudier le ds^2 de S c'est-à-dire l'expression du carré de l'élément de longueur en fonction de deux paramètres et de leurs différentielles. M. Thybaut a eu l'idée de transposer le problème dans la géométrie linéaire (pour les explications générales sur cette géométrie, on pourra se reporter par exemple à mes notices antérieures dans la *Revue* : 1895, page 37, et 1897, page 678) : à chaque ds^2 on fait correspondre une certaine congruence de droites C. Le procédé fournit immédiatement une foule d'aperçus nouveaux que suggère la considération des développables ayant pour génératrices les droites de C, des points focaux sur chaque droite de C....

M. Thybaut retrouve le théorème de Weingarten (la construction des surfaces applicables sur une surface donnée se ramène à celle des surfaces dont les rayons de courbure en un point vérifient une relation donnée) et applique sa méthode aux paraboloïdes qui sont ou de révolution ou à plan directeur isotrope.

La thèse est très honorable pour son auteur; elle montre notamment combien est profitable aux jeunes géomètres la lecture des « Leçons sur la théorie des Surfaces » de M. Darboux. LÉON AUTONNE,

Maître de Conférences à l'Université de Lyon.

Schlesinger (L.), *Privat-Docent à l'Université de Berlin.* — **Handbuch der Theorie der linearen Differentialgleichungen.** 2e *volume.* 1er *fascicule.* — 1 *vol. in*-8° *de* 532 *pages.* (*Prix : 22 fr.* 50.) *B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1897.

Dans le tome VI de la *Revue* (année 1895, p. 599), nous avons donné un aperçu du plan général que s'est tracé M. Schlesinger pour son *Traité de la théorie des équations différentielles linéaires.* Nous pouvons donc nous borner à un compte rendu très bref.

Les nombreux travaux publiés ces dernières années dans ce domaine obligent l'auteur à diviser le tome II en deux parties. La première partie (532 p.), seule, vient de paraître. La matière qu'elle renferme peut être répartie en trois sections. La première est consacrée à la *théorie générale des groupes* qui se rattachent aux équations différentielles linéaires.

Vient ensuite l'étude du *problème de l'inversion.* Cette partie contient l'exposé d'un grand nombre de recherches, parmi lesquelles celles de MM. Fuchs, Poincaré et Picard tiennent une place prépondérante.

Dans la troisième section, après avoir donné une démonstration nouvelle de la transformation de Laplace, l'auteur fait une étude approfondie de la *transformation d'Euler*, qui offre une certaine analogie avec la première : la fonction e^{xz} qui caractérise la méthode de Laplace est remplacée par l'expression $(z-x)^{\xi-1}$. Parmi les applications de cette transformation à l'intégration des équations différentielles, nous signalons l'équation étudiée par MM. Tissot et Pochhammer; elle joue dans cette théorie un rôle analogue à celui qu'occupe l'équation de Laplace dans la transformation de même nom. H. FEHR,

Privat-Docent à l'Université de Genève.

2° Sciences physiques

Berthelot (M.), *Sénateur, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Professeur au Collège de France.* — **Thermochimie. Lois numériques et Données expérimentales.** — 2 *vol. in*-8° *de* 738 *et* 880 *pages.* (*Prix : 50 fr.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs*, 56, *quai des Grands-Augustins. Paris*, 1897.

L'ouvrage que M. Berthelot vient de publier expose l'état actuel de la Thermochimie. Créée par Lavoisier, développée d'abord par Dulong, Hess, Favre et Silbermann, cette science avait acquis alors un nombre encore assez limité de données fondamentales. Les travaux de M. Thomsen depuis 1853, ceux de M. Berthelot depuis 1864, lui ont donné beaucoup d'extension. Le second principe de Thermochimie, posé nettement par ce dernier, permettait pour la première fois de calculer la chaleur produite, même pour des réactions de longue durée, même pour des réactions indirectes, même pour celles qui, pour des raisons pratiques, ne sont pas réalisables dans le calorimètre. Dès lors les déterminations ne cessèrent de s'accumuler, et c'est aujourd'hui par milliers qu'il faut compter les mesures effectuées.

Cette abondance de résultats acquis pouvait devenir un embarras; il importait, en effet, de savoir si toutes ces mesures sont vraiment comparables entre elles. Les unes, directes, n'auront toute leur valeur que si elles sont faites par les méthodes les plus simples et les plus délicates. Pour celles, au contraire, qui dépendent de la considération d'un cycle, plusieurs données numériques doivent être combinées par addition et soustraction. Celles-ci, d'ordinaire, ont été établies antérieurement par d'autres auteurs, dans des conditions définies par eux, mais qu'il n'est pas possible d'avoir présentes à l'esprit toutes les fois qu'on en fait usage. Il fallait, avant d'inscrire ces nombres dans les tables à titre définitif, les soumettre à un rigoureux examen. C'est ce travail de critique et de revision que M. Berthelot a voulu faire par lui-même, pour mettre aux mains des chimistes un recueil de nombres aussi complet, aussi correct qu'il soit possible. Ayant relu les mémoires originaux, répété les calculs, les ayant rectifiés lorsqu'il était nécessaire, il nous donne aujourd'hui le résultat de ce long et utile travail. Cet ouvrage sera comme un dictionnaire raisonné, constamment consulté par ceux qui veulent étudier les problèmes de la Mécanique chimique.

L'extrait suivant, que nous empruntons à la préface même du maître, fera comprendre, mieux que toute autre analyse, la haute portée philosophique et pratique de son œuvre :

« L'ouvrage que j'ai l'honneur d'offrir aujourd'hui aux savants, écrit M. Berthelot, a pour objet l'exposition des lois numériques et données de la Thermochimie. Ces données et ces lois jouent un rôle fondamental dans la Science pure, comme dans ses applications à la Physiologie, à l'Agriculture, aux Arts militaires, aux Industries électriques et métallurgiques : en effet, elles fournissent la mesure des travaux moléculaires accomplis pendant les transformations chimiques, travaux qui constituent l'une des bases indispensables de nos théories, et, je le répète, de leurs applications. La connaissance de ces travaux est la substance même de la Mécanique chimique, indépendamment des conceptions atomiques ou algébriques, que l'on peut y faire intervenir; c'est le fond nécessaire et le point de départ de l'interprétation rationnelle de tous les phénomènes.

« Voici la marche adoptée. L'ouvrage forme deux volumes; le premier embrasse l'exposé des Lois numériques, le second celui des Données expérimentales.

« Le tome I (Lois numériques) comprend deux parties : la première, relative à la Chimie générale; la seconde, à la Chimie organique.

« Dix chapitres sont consacrés à la Chimie générale. J'y compare d'abord les conséquences du principe du travail maximum avec celles de l'entropie : puis je présente les notions et les données fondamentales relatives aux chaleurs spécifiques des gaz, des éléments chimiques et de leurs composés gazeux ou solides. Je montre comment la chaleur de combinaison, pour conduire à des lois régulières, doit être rapportée à un même état de tous les corps réagissants : gazeux, liquide, dissous ou solide.

« Ici trouvent leur place les relations constatées entre la masse chimique des éléments et la chaleur dégagée dans leurs combinaisons, ainsi que les résultats relatifs à l'isomérie, aux substitutions, à la formation des sels, etc.

« La seconde partie, relative à la Chimie des composés carbonés, envisage les relations thermiques générales qui ont été reconnues par l'étude des diverses fonctions : carbures, alcools, aldéhydes, acides, corps azotés.

Le tome II (Données expérimentales) est également formé de deux parties : Chimie minérale et Chimie organique.

« La Chimie minérale comprend deux livres. Le premier, consacré aux métalloïdes, partagé en cinq divisions : composés hydrogénés, composés oxygénés, composés formés par les éléments halogènes, composés formés par le soufre et analogues, composés formés entre l'azote et le carbone. Chacune de ces divisions se décompose en chapitres correspondant aux éléments monovalents, bivalents, trivalents, quadrivalents.

« Le livre II, sur les métaux, comporte douze divisions.

« Suivent les tableaux relatifs aux composés métalliques, d'abord binaires : oxydes, chlorures, bromures, iodures et, par analogie : cyanures, sulfures, séléniures, tellurures, carbures, amalgames et alliages; puis viennent les composés ternaires, c'est-à-dire les oxysels formés par les éléments.

« La seconde partie du tome II est formée par le livre III, destiné à exposer les résultats relatifs à la Chimie organique, sous cinq titres ou divisions, savoir :

« 1° Carbures d'hydrogène, partagés en chapitres d'après le nombre d'atomes de carbone;

« 2° Alcools, subdivisés en alcools proprement dits, selon le degré de leur atomicité; hydrates de carbone et phénols, ces divers corps étant distribués selon le nombre d'atomes de carbone :

« 3° Aldéhydes, subdivisés en aldéhydes proprement dits, monoatomiques, polyatomiques et mixtes; acétones, camphres et quinones;

« 4° Acides, subdivisés en acides à fonction simple, monobasiques ou polybasiques, et en acides à fonction mixte. Les sels et les éthers sont compris parmi les dérivés de l'acide correspondant;

« 5° Enfin, composés azotés, subdivisés en amides, amines, composés azoïques.

« Je me suis attaché dans le présent ouvrage à mettre en évidence les lois et relations numériques qui ressortent de l'ensemble des résultats acquis. Dans la partie relative à la Chimie générale, on verra quel jour la Thermochimie jette sur la constitution des corps simples et des corps composés, ainsi que sur la caractéristique des fonctions et des réactions fondamentales. Elle manifeste ainsi l'extrême fécondité de cette science dans les diverses études de la Chimie pure et appliquée. »

L'usage des méthodes thermochimiques a permis d'étudier de plus près beaucoup de questions importantes. La chaleur de combustion de la houille et des autres combustibles, qu'ils soient solides, liquides ou gazeux, est devenue pour l'industrie une donnée fondamentale. La combustion dans la bombe calorimétrique, au sein de l'oxygène comprimé, détermine cette chaleur de combustion d'une manière aussi rapide que simple et certaine. La connaissance de la chaleur dégagée lors de la détonation des explosifs, déterminée par les mêmes méthodes, a fait faire à la Pyrotechnie les progrès les plus importants. La Physiologie elle-même, en consultant ces données numériques, et notant exactement les matières absorbées ou éliminées par l'être vivant, est en mesure d'établir dans ses grandes lignes, pour l'animal ou pour la plante, le compte des échanges vitaux en ce qui concerne la chaleur et le travail.

La science vise plus haut encore : elle se propose d'établir les lois générales qui règlent les réactions ou les équilibres chimiques. Sur cette question difficile, des résultats importants sont dès maintenant établis. L'étude de la Mécanique chimique, soumise simultanément à l'effort des mathématiciens et des chimistes, les conduit à la connaissance toujours plus précise des causes prochaines des transformations de la matière. Si importants que doivent être encore par la suite les développements que prendront ces doctrines, l'œuvre de M. Berthelot, en établissant des lois, et des faits avec lesquels la théorie doit rester en complet accord, aura contribué pour la plus large part à fonder les robustes assises sur lesquelles tout le reste s'élèvera.

Léon Pigeon,
Professeur-adjoint à l'Université de Dijon.

Etard (A.), *Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.* — **Les nouvelles Théories chimiques.** — *2e édition. 1 vol. in-16 de 190 pages de l'Encyclopédie des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de M. Léauté, Membre de l'Institut. G. Masson et Cie, et Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris,* 1897.

« Il n'est pas aisé de définir correctement la Chimie, dont le domaine mal limité se confond d'un côté avec la Physique et se perd de l'autre dans la Biologie. D'ailleurs, toutes nos connaissances se tiennent, et les classifications par sciences séparées ont beaucoup perdu de leur valeur de convention. » Sans doute, et nous sommes d'accord avec l'auteur, il n'est plus possible de nos jours de limiter l'étude de la matière, dans ses métamorphoses multiples, sans tenir compte des manifestations de l'énergie qui se produisent au cours de toutes les actions chimiques.

Les questions de calorimétrie, de spectroscopie, de réfractométrie, de photochimie, de polarimétrie, d'électrolyse, au lieu d'être renvoyées à la Physique, qui les tient pour secondaires, doivent faire l'objet d'études spéciales de la part du chimiste. Familiarisé avec les notions de fonction, de constitution et de pureté de la matière, il est mieux en mesure que le physicien de poursuivre avec fruit ces études. D'ailleurs, toutes ces questions ont pris une telle importance dans ce dernier quart de siècle, qu'il devient de toute nécessité qu'elles fassent le sujet d'un enseignement spécial et d'ouvrages spéciaux.

Ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer dans cette *Revue* même, la *Chimie physique*, née en France et toujours cultivée en France, malgré les services qu'elle a rendus tant au point de vue spéculatif qu'au point de vue pratique, n'est pour ainsi dire pas encore représentée dans notre enseignement.

Il est vrai que, si elle n'a pas encore sa personnalité dans nos Universités, alors qu'elle possède déjà ses laboratoires et ses Instituts spéciaux en Allemagne, elle a cependant ses traités où sont consignés les principales méthodes qu'elle emploie et les résultats qu'elle a produits.

Parmi ces traités, celui que nous présentons au public se distingue par sa clarté, sa concision et l'esprit philosophique dans lequel il est conçu. L'auteur, par ses études et ses beaux travaux, possède précisément cet ensemble de connaissances nécessaires qui permettent d'appliquer d'une façon judicieuse les méthodes que nous empruntons à la Physique pour étudier la matière.

L'ouvrage est divisé en deux parties : dans la première sont données, d'une façon sobre et rigoureuse, les définitions de la matière, de l'énergie, de la Chimie, etc.; un chapitre spécial est consacré aux atomes, aux molécules, à l'hypothèse cinétique, à la théorie des ions. Dans un autre chapitre on s'occupe des lois fondamentales de la Chimie, de la notion d'atomicité, des diverses classifications de Chancourtois, de Mendeleef, des radicaux, des séries, etc. Le livre III est consacré aux propriétés chimiques des molécules dépendant des états physiques. C'est dans ce livre que sont exposées l'hypothèse d'Avogadro, la notion de densité des gaz et ses applications, la théorie de van der Vaals, les lois de Raoult, etc.

Dans la deuxième partie, l'auteur étudie les relations de la Mécanique avec la Chimie, la Thermochimie, les relations de la Chimie avec la Lumière, la Photochimie; et l'ouvrage se termine par quelques pages consacrées à l'Electrochimie.

Comme on le voit, sous un volume relativement restreint (190 pages), M. Etard a su grouper et exposer dans un style précis et attrayant, et dans un esprit élevé en même temps que dégagé de tout parti pris, les données fondamentales de la partie de la science que nous avons appelée *Chimie physique*.

Ce petit traité en est à sa seconde édition depuis trois ans; c'est assez dire la faveur dont il jouit tant auprès des spécialistes qu'auprès de tous ceux que la Chimie intéresse.

A. Haller,
Correspondant de l'Institut.

3° Sciences naturelles

Rabot (Charles). — **Les variations de longueur des Glaciers dans les régions arctiques et boréales.** (1re partie). — 1 *brochure in-8° de 88 pages.* (*Extrait des Archives des Sciences physiques et naturelles.*) *H. Georg, éditeur. Genève*, 1897.

Pour traiter cet important et vaste sujet, suffisamment expliqué par son titre, nul n'était plus autorisé que M. Charles Rabot; et la Commission internationale des glaciers a été fort bien inspirée d'en confier le soin à un aussi émérite alpiniste qui, visitant chaque été depuis près de vingt ans, les régions arctiques, a vu à peu près tout ce dont il parle; — à un explorateur qui, tenant à recueillir des faits positifs et utiles à connaître, s'est toujours montré moins soucieux d'additionner les kilomètres d'itinéraires nouveaux que d'accumuler les observations sérieuses, consciencieuses et vraiment scientifiques. Les précédentes et nombreuses publications de M. Rabot étaient garantes de la grande valeur de celle qu'il nous apporte ici.

Il rappelle d'abord que « c'est au professeur F.-A. Forel, de Morges, qu'appartient l'honneur d'avoir le premier compris la véritable importance de cette manifestation de l'action glaciaire dans la physique du globe et d'avoir donné à son étude l'extension nécessaire à la solution de ce problème », en publiant régulièrement depuis l'année 1881 un « Rapport annuel sur les variations périodiques des glaciers des Alpes ».

Ses observations, imitées en Autriche par MM. Richter et Seeland, en France par le prince Roland Bonaparte, « conduisirent à reconnaître que les oscillations de longueur des glaciers alpins étaient la conséquence de variations dans l'abondance des chutes de neige sur les hauts sommets. Il reste maintenant à étendre l'observation à toutes les régions de la Terre et à rechercher si ce phénomène se présente partout avec le même caractère d'ampleur que dans les Alpes, et si le recul observé dans nos pays durant ces dernières années est un fait local ou général ». La région arctique boréale est la plus importante à étudier sous ce rapport à cause de l'étendue de ses revêtements de glace. C'est aussi celle où les renseignements modernes et précis font naturellement le plus défaut.

Sur le millier environ de glaciers du Groenland, quelques-uns à peine ont été examinés et depuis 1850 seulement. M. de Geer, géologue suédois, n'a terminé qu'en 1896 le relevé au 20.000e de trois grands glaciers de l'Isfjord (Spitzberg), qu'il a pourvus de nombreux repères destinés à en faire surveiller la marche.

Pour l'Islande et la Norvège, les documents sont plus nombreux, mais éparpillés dans d'innombrables recueils de langue scandinave que M. Rabot a dépouillés avec une patience de chartiste.

Il faut savoir d'abord que le *glacier alpin*, le courant de premier ordre de Heim, comme l'Aletsch ou le Gorner, est rare dans la zone arctique.

« Le type spécial aux contrées du nord est la carapace glaciaire, l'*inlandsis*. Ce sont de vastes nappes cristallines, recouvrant de hauts plateaux et dont le trop plein s'écoule vers les basses régions par de larges émissaires. Entre ces deux formes franches le passage est marqué par un genre mixte, le *glacier alpin-norvégien*, les plus caractérisés étant situés en Norvège. Le réservoir d'alimentation est une haute plaine comme l'*inlandsis*, mais plus accidentée.

« Dans les régions arctiques, le front de la plupart des glaciers est baigné par la mer, et de ce fait se trouve exposé à deux causes d'ablation qui n'existent pas dans nos régions : 1° à la fusion de la tranche de glace immergée au contact de l'eau de mer ; 2° à la rupture du front du glacier par des actions mécaniques de diverses natures, nommées *velage*. » L'ablation due à la fusion est considérable, régulière et ne peut intervertir le sens des oscillations de longueur des glaciers.

Le velage, au contraire, est variable et peut fournir des indications sur le régime d'un glacier arctique.

Après le développement de ces considérations générales, M. Rabot examine et discute tous les matériaux que son érudition a su recueillir : nous regrettons de ne pouvoir le suivre dans cet intéressant détail et de nous borner à mentionner ses conclusions.

Dans l'archipel polaire américain, les mers de glace qui recouvrent la terre de Grinnel paraissent avoir atteint un état de maximum très peu de temps avant 1883.

Le Groenland, le plus vaste glacier de l'hémisphère boréal, a été spécialement étudié dès 1848 jusqu'en 1851 par le Dr Rink. Ses observations et celles de ses illustres continuateurs Nordenskjöld, Nansen, etc., font dire à M. Rabot que « l'*inlandsis* du Groenland offre le spectacle unique d'un pays encore soumis à la période glaciaire telle qu'elle s'est manifestée dans le nord de l'Europe, et qu'en résumé l'*inlandsis* semble actuellement en état de maximum stationnaire, notamment dans le nord. Dans le sud, une légère décroissance se manifeste, mais peu accentuée.

« En tous cas on ne constate, pendant le milieu de ce siècle, aucune phase de retrait, comparable en puissance et en durée à celle survenue dans les Alpes de 1850 à 1880. »

Le cinquième de la surface de l'Islande, d'après M. Thoroddsen, est recouvert de glaciers, appartenant presque tous au type inlandsis. Le Vatnajökull (8.500 kil. carrés) est le plus grand glacier de l'Europe.

La justaposition des glaciers et des volcans actifs donne lieu en Islande au spécial et terrible phénomène des *Jokulhlaupt*, torrents de boue et de glace qui se produisent quand une éruption détermine la fusion très rapide de la glace environnante. Les *Jokulhlaupt* ont pour effet de détruire le front des glaciers ou de les projeter en avant. Très souvent ils sont produits par la simple rupture de barrages, retenant des poches d'eau dans l'intérieur des glaciers ou des lacs temporaires. La catastrophe de Saint-Gervais a été un petit *Jökulhlaupt*. D'anciens documents établissent que les glaciers d'Islande ont considérablement augmenté depuis la colonisation de l'île par les Normands.

A la fin du XVIIe siècle et au commencement du XVIIIe siècle, les glaciers islandais sont moins étendus qu'aujourd'hui ; vers cette époque débute une phase de crue, interrompue au milieu du XVIIIe siècle par une période indécise de décroissance. Après cet arrêt, il se produit une véritable invasion des glaciers pendant la plus grande partie du XIXe siècle.

Après cette crue la plupart des glaciers sont ensuite entrés en décroissance, d'une amplitude plus faible que celle de la crue précédente. Cette retraite ne présente ni l'importance, ni la généralité de la grande phase de *décrue* constatée de 1850 à 1880, dans les Alpes.

C'est à l'île de Jean Mayen, dont les neuf glaciers semblent avoir progressé depuis la fin du XVIIe siècle, que M. Rabot arrête la première partie de son travail. La prompte continuation ne saurait en être qu'impatiemment attendue.

E.-A. Martel.

4° Sciences médicales

Meunier (Dr Henri), *Chef de Laboratoire à l'Hospice des Enfants Assistés.* — **Du rôle du Système nerveux dans l'Infection de l'appareil broncho-pulmonaire.** — *1 vol. in-8° de 320 pages avec figures et 1 planche hors texte. Asselin et Houzeau, éditeurs. Paris,* 1897.

Plus nos connaissances relatives au mode d'action des microbes se développent, plus l'importance du terrain apparaît considérable. — Si l'on place à part les maladies nettement spécifiques, celles dont les germes venus du dehors engendrent des manifestations toujours identiques: la morve, le charbon, etc., on s'aperçoit que les affections qu'on rencontre en général dans une salle d'hôpital, les angines, les entérites, les inflammations des séreuses, des muqueuses, semblent relever de quatre ou cinq bactéries, capables de déterminer les désordres les plus disparates : ce sont les streptocoques, le pneumocoque, le bacille du côlon, les staphylocoques.

Assurément, le degré de virulence de ces infiniment petits exerce une action sur la nature des processus; c'est ainsi qu'en temps d'épidémie des passages successifs par l'organisme exaltent cette virulence. Dès lors, la pénétration de ces agents doués d'une grande activité pourra suffire à développer une infection constamment semblable à elle-même; toutefois, le fait est rare.

On est donc conduit à étudier de plus en plus les variations de l'économie, qui font que, dans tel ou tel cas, tel parasite engendrera tel ou tel trouble morbide. — Ces études sont d'autant plus nécessaires que les microbes sont habituellement à notre portée, dans l'intestin, les bronches, sur la peau. etc.; ce qui fait défaut ce n'est pas la graine, ce sont les conditions de culture.

Ces questions ont préoccupé à juste titre M. Meunier; mais se souvenant du proverbe, « qui trop embrasse, mal étreint », cet auteur a limité ses recherches à l'appareil broncho-pulmonaire, d'une part, au système nerveux d'autre part. — Encore est-il que, même dans ces dimensions, le cadre demeure très étendu; les voies respiratoires reçoivent des bactéries et par l'air et par le sang; ces bactéries font naître à ce niveau une série de lésions; d'un autre côté, l'action du névraxe s'exerce directement ou indirectement par la circulation, par les sécrétions, etc.

Les problèmes soulevés dans cet intéressant travail sont multiples; il ne saurait entrer dans notre intention de les passer tous en revue; il en est, toutefois, qui méritent, entre tous, d'être signalés.

L'homme vit au contact des germes; le plus souvent il résiste : il est donc armé, armé physiquement, chimiquement, etc. — Quand on réfléchit, on découvre des moyens de défense là où tout d'abord on ne pensait pas en déceler.

Considérons la toux, l'expectoration. — Grâce à ces deux actes, on rejette au dehors et des infiniment petits et des produits capables de favoriser leur évolution.

L'enfant ne sait pas expectorer; le vieillard n'a plus la force suffisante. Or, aux deux extrémités de la vie, les bronchites sont singulièrement graves, dégénèrent fréquemment en inflammations lobulaires. Et pourquoi? Parce que la police des canaux aériens ne se fait pas, parce que les agents infectieux, les sécrétions putrides s'accumulent dans ces canaux, pénètrent dans les alvéoles. Au contact de ces sécrétions, la virulence de ces agents s'aiguise; plus encore la résistance du terrain fléchit; nul n'ignore qu'un poison, surtout un poison d'origine microbienne, favorise au premier chef l'infection : de là, ces facilités extrêmes d'autoinoculation dans les conduits respiratoires, si la muqueuse résorbe.

C'est encore le système nerveux qui tient sous sa dépendance, du moins pour une part, les sécrétions, celle du mucus germicide protecteur, mucus agissant encore à la façon d'un vernis, mécaniquement aussi bien que chimiquement; c'est ce système qui régit les mouvements des cils vibratiles, les fermetures qui s'opèrent vers l'épiglotte; or, chacun sait la fréquence des broncho-pneumonies, lorsque des corps étrangers, spécialement dans le cas de paralysie, sont introduits dans la trachée. Non seulement, ces corps étrangers peuvent apporter des bacilles, mais, en plus, ils font tomber cet épithélium, dont l'expérience de Gamaléia a si bien mis l'importance en lumière.

N'est-ce pas encore le névraxe qui régit, par le vague ou le sympathique, la nappe sanguine, qui, partant, mesure l'oxygène nuisible aux anaérobies, ou l'acide carbonique qui atténue les aérobies?

En dilatant ou en resserrant les capillaires, ce même appareil actionne les sérosités bactéricides, les leucocytes phagocytaires.

Il y a plus : le cerveau, la moelle, les nerfs, jouissent, on le sait, d'un véritable pouvoir trophique; ils régentent la nutrition intime des tissus; ils règlent en particulier le sucre détruit dans ces tissus : les expériences des professeurs Chauveau, Bouchard, le prouvent. Or, ajouter ou supprimer du glycose dans un milieu n'est pas chose indifférente en matière d'infection, soit que ce glycose active la pullulation bactérienne, soit qu'il débilite la vitalité des cellules organiques, qu'il restreigne la sensibilité réflexe, etc. La vitesse, les mouvements, la pression du courant sanguin, sont encore des conditions aptes à agir sur les infiniment petits; nul ne contestera la part du système cérébro-médullaire dans la genèse de ces phénomènes.

« Toute erreur contient une part de vérité. » On a dit que la pneumonie dépendait d'une lésion du pneumogastrique; cette affirmation a paru totalement erronée, en présence de la découverte du pneumocoque. Et, cependant, les altérations de ce tronc nerveux facilitent les processus pulmonaires : Charrin et Ruffer les premiers l'ont établi expérimentalement.

La clinique, d'ailleurs, met en évidence ce rôle du névraxe, en montrant que les hémorragies, que les ramollissements d'un hémisphère ou d'un autre point des centres de la moelle, rendent plus aisées les évolutions bacillaires dans le poumon opposé, dans le gauche, si la lésion est dans le cerveau droit.

Les névrites, les sections nerveuses, font apparaître des œdèmes, œdèmes des membres, œdèmes viscéraux, nulle part aussi considérables que dans la zone pulmonaire. — Il suffit de rappeler la fréquence des érysipèles au niveau des jambes tuméfiées des cardiaques, pour saisir la portée de ces désordres.

On pourrait également montrer le rôle des altérations des troncs périphériques ou des centres dans l'apparition de la suppuration, des abcès, des phlegmons, comme aussi de la gangrène, qui, précisément, est exceptionnelle dans les organes internes, en dehors du poumon.

A cet égard, des questions se posent : pourquoi ici ce processus, qui, ailleurs, fait défaut?

Le rôle du cœur, dont les mouvements dépendent partiellement des centres, mérite, de son côté, d'être envisagé, soit à propos des infections primitives, soit à propos des infections secondaires; la lenteur dans les capillaires rend la greffe plus aisée.

Un autre point, parmi tant d'autres, doit, à son tour, fixer l'attention : c'est celui de la symétrie des lésions ou de son absence. Là encore on retrouve l'intervention des centres, comme on la décèle dans l'histoire des infarctus, des apoplexies, foyers d'infections.

Les localisations de la bacillose répondent peut-être à une puissance trophique amoindrie en certaines zones, etc.

A coup sûr, un travail aussi vaste comporte des desiderata; néanmoins, tel qu'il est, il mérite tout éloge. — Si les thèses de doctorat en médecine ressemblaient toutes de près ou même de loin à celle de M. Meunier, la question du maintien ne serait pas en discussion.

Dr A. Charrin,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 Octobre 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **Guichard** appelle congruence *parallèle* à un réseau, celle dont la droite est normale au plan du réseau. Il montre qu'à toute propriété des réseaux on peut faire correspondre une propriété des congruences, et inversement. — M. **Max. Ringelmann** a effectué des essais comparatifs sur des moteurs alimentés successivement avec de l'essence minérale et de l'alcool. Il a trouvé que l'alcool ne sera équivalent à l'essence au point de vue économique, que lorsqu'il pourra être vendu à raison de 17 fr. 70 l'hectolitre, ce qui n'est pas réalisable actuellement; l'alcool présente, d'autre part, de plus grands dangers d'incendie.

2° Sciences physiques. — M. **A. Cornu** indique les dispositifs opératoires qui conviennent le mieux pour l'observation des phénomènes découverts par P. Zeemann et relatifs à l'action du champ magnétique sur les radiations émises par diverses sources lumineuses. Il montre ensuite que ces phénomènes peuvent s'accorder ainsi avec les règles de Fresnel et d'Ampère. L'action du champ magnétique sur l'émission d'une radiation tend à décomposer les composantes rectilignes vibratoires susceptibles de se propager par onde, suivant des vibrations circulaires parallèles aux courants du solénoïde. Les vibrations qui tournent dans le sens du courant du solénoïde sont accélérées, celles qui tournent en sens inverse sont retardées. — M. **Gutton** a étudié la forme des lignes de force électrique dans le voisinage d'un résonateur de Hertz, au moyen d'un récepteur analogue à celui de M. J.-C. Bose. Loin du résonateur, les lignes d'énergie sont parallèles aux fils de transmission. Au voisinage du résonateur, des lignes d'énergie se recourbent de façon à converger vers la coupure. A l'intérieur du carré formé par le résonateur, des lignes d'énergie divergent à partir de la coupure. — M. **A. Leduc** a déterminé, avec précision, les densités de quelques gaz faciles à liquéfier. Il a obtenu: acide carbonique, 1,5287; oxyde azoteux, 1,5301; acide chlorhydrique, 1,2692; acide sulfhydrique, 1,1895; chlore, 2,491; gaz ammoniac, 0,5971; anhydride sulfureux, 2,2639. — M. **Schlagdenhauffen** a constaté la présence, dans les cuivres bruts du commerce, d'arsenic et d'antimoine (surtout à l'état d'acide arsénieux et d'oxyde d'antimoine), de sélénium et de sulfure de plomb. — M. **Paul Rivals** a mesuré la conductibilité électrolytique de l'acide trichloracétique et sa chaleur de dissolution. Cette dernière varie proportionnellement à la fraction d'acide dissocié. Si, au moyen des nombres trouvés, on calcule la chaleur de neutralisation par la potasse, on voit que le résultat s'accorde avec l'expérience directe. — M. **L. Maquenne** a déterminé le poids moléculaire moyen de la matière soluble dans les graines en germination. Au commencement de la germination, ce poids est très élevé; il s'abaisse progressivement jusqu'à l'épuisement des réserves. On voit ainsi que la transformation des réserves donne lieu d'abord à des composés complexes; les corps plus simples, comme le sucre et l'asparagine, ne sont que le terme ultime de cette transformation. — M. **Balland** communique ses recherches sur les avoines. La proportion élevée des matières grasses, jointe aux éléments azotés et phosphatés qu'elles contiennent, en font un aliment plus complet pour l'homme et les animaux que le froment, l'orge ou le seigle.

3° Sciences naturelles. — MM. **A. Dastre** et **N. Floresco** ont trouvé dans la bile deux nouveaux ferments, dits ferments biliprasiniques. L'un, jaune, existe surtout dans la bile de veau; l'autre, vert, se trouve dans la bile fraîche du bœuf et du lapin. Le pigment jaune est le sel alcalin du pigment vert; ces deux pigments sont déplacés par l'acide carbonique, tandis que la bilirubine et la biliverdine déplacent, au contraire, cet acide. — M. **L. Lecercle** a constaté que les rayons X produisent une augmentation de la chaleur rayonnée de la peau. — M. **Albert Gaudry** rend compte du Congrès géologique international de Saint-Pétersbourg et des excursions qui l'ont suivi. — M. **Archambault** adresse un mémoire intitulé: De la relation entre les formes du littoral maritime et le régime des courants océaniques.

Séance du 26 Octobre 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Poincaré** fait un rapport sur un mémoire de M. **Hadamard** relatif aux lignes géodésiques des surfaces à courbures opposées. L'auteur montre que deux points d'une surface peuvent toujours être joints par une géodésique appartenant à un type donné et ne peuvent l'être que par une seule; il étudie ensuite les propriétés des trois grandes catégories de géodésiques. — M. **G. Bigourdan** communique ses observations de la nouvelle comète Perrine (16 octobre 1897) faites à l'Observatoire de Paris; l'éclat général a paru à peu près invariable; la tête s'efface graduellement. — M. **F. Rossard** adresse ses observations de la nouvelle comète Perrine, faites à l'Observatoire de Toulouse. — M. **C. Guichard** étudie la déformation des quadriques et démontre le théorème suivant: Si l'on déforme une quadrique en entraînant le plan tangent en un point, les lignes de courbure de la surface décrite par le point où une génératrice isotrope de la quadrique rencontre le plan tangent forment un réseau I. — M. **Jules Drach** étudie les systèmes complètement orthogonaux dans l'espace à n dimensions et la réduction des systèmes différentiels les plus généraux. — M. **A. Pellet** communique quelques résultats nouveaux sur les surfaces de Weingarten.

2° Sciences physiques. — M. **L. Cailletet** décrit un appareil qui permet de déterminer la relation entre la pression barométrique et la hauteur. Il se compose de deux appareils photographiques, attachés au-dessous d'un aérostat, et qui photographient, de deux en deux minutes, l'un le sol situé au-dessous de lui, l'autre les indications d'un baromètre aréroïde. De la photographie du sol, on déduit la hauteur du ballon. — M. **Gaston Seguy** décrit un nouveau procédé qui permet d'obtenir des photographies radioscopiques instantanées. — MM. **Gaston Seguy** et **Emile Gundelag** ont préparé une nouvelle ampoule à phosphorescence rouge en incorporant à du verre ordinaire de l'alumine en poudre et du carbonate de chaux ou du chlorure de didyme. Ce verre émet deux fois plus de rayons X que les verres ordinaires. — M. **Georges Lemoine** a déterminé, pour des solutions de chlorure de lithium dans l'eau et dans l'alcool, la chaleur de dilution, la densité, la solubilité et la chaleur de dissolution. — M. **Tassilly** a préparé un oxybromure de magnésium en dissolvant de la magnésie dans une solution chaude de bromure de magnésium et en faisant cristalliser dans des flacons bien fermés. Ce corps répond à la formule $MgBr^2.3MgO.12H^2O$. L'auteur n'a pas pu obtenir un oxyiodure. — MM. **H. Baubigny** et **P. Rivals** ont effectué des expériences comparatives sur leur méthode de séparation du chlore et du brome contenus dans un mélange de sels alcalins (en présence de permanganate de potasse et de sulfate

de cuivre). Si la solution est assez concentrée, le brome seul est mis en liberté et peut être entraîné par l'air; le chlore reste en solution. — M. J. **Moitessier** a préparé les acétates phénylhydraziniques de zinc, de cadmium, de manganèse, de cobalt et de nickel, en chauffant au bain-marie un mélange de phénylhydrazine en solution alcoolique et d'acétate métallique pulvérisé. — M. **Frédéric Landolph** étudie les méthodes de dosage du sucre diabétique; le polaristrobomètre en indique seul la quantité réelle; le coefficient de réduction ou la fermentation indiquent des quantités trop fortes ou variables. — M. **F. Landolph** a extrait le suc de la chair des mouches qui, au Chili, se trouvent en quantité inombrable sur les détritus de tous genres. Il y a trouvé un principe actif, doué du pouvoir réducteur et du pouvoir optique.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Lecercle** a constaté que les rayons X produisent une inhibition, qui peut aller jusqu'à la suppression de l'évaporation cutanée chez le lapin. — M. **Domingos Freire** communique ses recherches sur le bacille de la fièvre jaune : le *micrococcus xanthogenicus*. Les cultures atténuées reproduisent chez l'homme une forme bénigne de la fièvre jaune, capable de conférer l'immunité contre une attaque ultérieure de la maladie. Les inoculations préventives ont été faites sur plus de 13.000 personnes. — M. **Pierre Fauvel** décrit ses recherches sur la circulation chez les Amphicténiens (Annélides polychètes sédentaires). — M. **L.-J. Léger** étudie la différenciation et le développement des éléments libériens, en particulier la phase connue sous le nom de *différenciation nacrée*. — M. **A. Gaillard** donne la description de nouveaux ossements d'une grande rareté trouvés dans les argiles tertiaires de La Grive-Saint-Alban (Isère). Il s'agit d'un humérus entier d'une chauve-souris frugivore, qui paraît se rattacher au genre *Cynonycteris*. — M. **E.-A. Martel** et **A. Viré** donnent la description de l'*aven Armand*, sur le causse Méjean (Lozère), qu'ils ont exploré en septembre dernier. Ils y ont trouvé une forêt d'environ 200 colonnes stalagmitiques, hautes de 3 à 30 mètres.

Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 19 Octobre 1897.

M. **Lucas-Championnière** lit le rapport sur le concours pour le Prix Chevillon. — M. **Albert Robin** lit le rapport sur le concours pour le Prix Capuron. — M. **Jules Beckel** communique une observation de hernie du cæcum et de l'appendice avec gangrène; l'auteur procéda à la résection de l'appendice et pratiqua un anus cæcal. La guérison avant été complète, trois semaines après on suturait l'anus artificiel. — M. **J.-V. Laborde** combat les précédentes conclusions de M. Lancereaux. Il cherche à montrer que le buveur exclusif de vin existe peu ou pas; le buveur exclusif d'alcool est plus facile à trouver, mais il n'est pas rare qu'il soit atteint de cirrhose. La cirrhose résulte donc de l'action de l'alcool. — M. **Vallin** dit que Huss, dans son ouvrage sur l'alcoolisme, signale la cirrhose chez les buveurs d'eau-de-vie. — M. **Jonnesco** lit un travail sur le traitement chirurgical du glaucome par la résection du grand sympathique cervical. — M. **Phocas** donne lecture d'un mémoire sur la mobilisation mécanique prolongée, comme méthode générale du traitement de certaines ankyloses.

Séance du 26 Octobre 1897.

M. **Dieulafoy** lit le rapport sur le concours du Prix Marie Chevalier. — M. **Vallin** lit le rapport sur le concours du Prix Vernois. — M. **Doumer** (de Lille) communique un travail sur le traitement de la fissure douloureuse de l'anus. — M. **Cordes** (de Genève) lit un travail sur l'application thérapeutique des basses températures.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 23 Octobre 1897.

M. **Roger**, après avoir injecté dans les vaisseaux des cultures de streptocoque, a constaté que ce microbe était surtout arrêté et détruit par le poumon; le bacille charbonneux, au contraire, est détruit par le foie. — M. **Lemoine** a observé quatre cas d'érisypèle chez l'homme, dans lesquels le streptocoque, injecté à des lapins immunisés avec le sérum de Marmorek, n'a produit aucun accident, tandis que des lapins témoins prenaient l'érysipèle ou mouraient. — M. **Remlinger** a observé le syndrome de Landry chez un lapin inoculé avec le streptocoque; le microbe s'est retrouvé dans la moelle. C'est un nouvel argument en faveur de la nature infectieuse de la paralysie ascendante aiguë. — MM. **Balzer** et **Griffon** ont constaté, dans un grand nombre de cas d'ectyma et d'impetigo, la présence du streptocoque dans le pus des pustules non ouvertes. Cultivé et injecté au lapin, il produit des érysipèles de l'oreille et même des septicémies. — MM. **Laubry** et **Féré** établissent que, chez les épileptiques, le bleu de méthylène s'élimine par les urines plus abondamment pendant les crises. — M. **Laborde** a constaté, par la radioscopie, que le foie se déplace avec le diaphragme pendant la respiration. Il est nécessaire d'en tenir compte en clinique, dans la percussion. — M. **Gellé** signale les résultats heureux qu'il a obtenus avec le microphonographe Dussaud dans des cas de surdimutité chez l'enfant. — MM. **Sabrazes** et **Cabannes** ont étudié un cas d'hémoglobinurie paroxystique *a frigore;* la perte en hémoglobine l'emporte considérablement sur la perte en globules; l'hémoglobine correspondant à l'hématolyse est à l'hémoglobine échappée des globules dans le rapport de 1 à 4.

Séance du 30 Octobre 1897.

MM. **Auché** et **Hobbs** ont constaté que la tuberculose morte, injectée dans le péritoine des grenouilles, produit jusqu'au trente-troisième jour, les mêmes lésions que la tuberculose vivante. Les bacilles conservent leurs caractères morphologiques et leurs réactions colorantes. — M. **H. Barré** pense que l'arrêt de la diurèse doit être attribué à une cause physiologique; le rein, irrité par les toxines du sang, modérerait ou supprimerait, par un spasme vasculaire local, l'arrivée du sang à filtrer. L'enseignement qui en découle pour la thérapeutique, c'est la dilution des toxines au moyen de la saignée, compensée par une injection simultanée d'eau salée. — MM. **A. Gilbert** et **L. Fournier** ont observé le développement de calculs à la suite d'infections biliaires expérimentales chez divers animaux; c'est un argument de plus en faveur de l'origine microbienne de la lithiase biliaire. — M. **Trouessart** énumère les dégâts causés par les Acariens qui se trouvent dans les raisins secs, les farines et jusque dans le cirage. — M. **Laveran** a observé dans les intestins, le foie et la rate du goujon une nouvelle myxo-sporidie à l'état enkysté.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences physiques

Oliver Lodge, F. R. S., et **Benjamin Davies : Influence du champ magnétique sur les radiations lumineuses.** — Les auteurs ont étudié le phénomène découvert par M. Zeemann avec un réseau de Rowland contenant 14.438 lignes au pouce. Au moyen de cet appareil et d'une magnétisation suffisante, ils ont pu non seulement doubler, mais tripler et quadrupler les lignes du sodium. Voici quelle est la succession des phénomènes :

A basse température, la flamme du sodium montre deux raies définies et distinctes. Si l'on fait agir le champ à l'arrière de la flamme, les raies s'élargissent, et, pour un champ suffisant, elles se doublent, un

espace noir se produisant en leur milieu. A une température plus élevée, la flamme étant placée un peu en arrière du champ, et les lignes du sodium apparaissant comme un doublet à contour brumeux, la magnétisation élargit le double, puis le sépare complètement en deux parties. Si la force du champ augmente, une ligne apparaît au milieu de l'espace sombre élargi; on a ainsi un triplet. Enfin, pour une très forte magnétisation, la nouvelle ligne se dédouble encore, donnant ainsi une quadruple apparence. Dans chaque cas, un nicol, placé de façon à intercepter la lumière dont le plan de polarisation contiendrait les lignes de force magnétique, neutralise complètement l'effet du champ magnétique, et rétablit la ligne ordinaire du sodium.

Les mêmes effets s'observent avec les sels de lithium et de thallium, les lignes rouges se doublant plus distinctement que les lignes vertes. La ligne rouge du cadmium se dédouble également sous l'influence du champ magnétique.

J.-G. Leathem : Sur la théorie des phénomènes magnéto-optiques dans le fer, le nickel et le cobalt. — L'auteur établit les équations fondamentales des phénomènes magnéto-optiques en suivant les indications données par M. Larmor dans un récent mémoire. Il compare ensuite ses résultats avec les valeurs expérimentales obtenues par MM. Sissingh et Zeemann pour la phase m et l'amplitude μ de la composante magnéto-optique, avec des angles d'incidence variables :

ANGLE D'INCIDENCE	VALEUR OBSERVÉE DE M	VALEUR CALCULÉE DE M
86°00′	209°26′	272°37′ — x
82,30	204,22	265,19 — x
76,30	194,49	256,31 — x
71,25	190,03	251,13 — x
64,30	181,49	244,18 — x
51,22	179,00	239,48 — x
36,10	174,09	235,27 — x

Si l'on suppose que x vaut environ 62°, l'accord est remarquable entre la théorie et l'expérience. Si l'on suppose que C_0 (vitesse de la radiation) est donné par la formule :

$$-C_0 = 7.283 \times 10^{-11},$$

les rapports entre les valeurs calculées et observées de μ pour les angles d'incidence ci-dessus sont respectivement 1,13, 0,96, 0,99, 0,97, 0,01, 1,03 et 0,97. L'accord est suffisant pour les amplitudes.

Pour le nickel, l'accord est un peu moins bon, mais pour le cobalt, il est tout à fait satisfaisant, surtout pour les amplitudes.

La théorie prévoit également le même résultat que celui trouvé par l'expérience pour la valeur de la composante de magnétisation perpendiculaire au plan d'incidence.

William Huggins, F. R. S., et **Mme Huggins : Recherches sur les lignes H et K du spectre du calcium.** — Lorsqu'on examine le spectre de la chromosphère ou des protubérances solaires, ou encore celui de certaines étoiles, on aperçoit un certain nombre de lignes appartenant à divers éléments. Mais il est rare que *toutes* les lignes d'un même élément, telles qu'on les observe dans les spectroscopes des laboratoires, soient représentées. Ainsi, on apercevra presque toujours, dans un spectre stellaire, les lignes H et K du calcium, mais la forte ligne bleue et les autres lignes secondaires de cet élément y feront le plus souvent défaut. C'est ainsi que Young, dans ses tables, donne à la ligne bleue la fréquence 3, tandis qu'il donne respectivement aux lignes H et K les fréquences 75 et 50.

D'autre part, on sait depuis longtemps que, si l'on produit le spectre d'étincelles du calcium avec une très petite quantité de sel calcique, les lignes H et K se montrent encore très fortes, alors que les autres lignes ont complètement disparu. Ce fait a conduit les auteurs à supposer que, dans les hautes régions de l'atmosphère solaire, où les lignes H et K apparaissent seules de toutes les lignes du calcium, cet élément se trouve en très petite quantité, c'est-à-dire possède une densité bien inférieure à celle qu'il a dans les régions plus basses.

Les auteurs ont donc cherché à démontrer expérimentalement que les différents aspects du spectre du calcium proviennent simplement de la plus ou moins grande densité de la vapeur de ce corps. Voici la description de leurs recherches :

Les expériences ont été faites avec une petite bobine de 6 pouces; on produisait la plus petite étincelle possible, afin d'éviter une trop forte élévation de température. Une série d'expériences a été faite avec des électrodes en calcium métallique, afin d'obtenir la densité de vapeur maximum. Les autres expériences ont été faites avec des électrodes de platine ou de fer; les extrémités des électrodes étaient d'abord mouillées avec une solution concentrée de chlorure de calcium; on les lavait ensuite légèrement avec de l'eau pure; on les lavait une seconde fois avec de l'eau pure; enfin, on employait aussi des électrodes mouillées très légèrement avec une solution très diluée de chlorure de calcium.

Les prévisions des auteurs se sont trouvées pleinement confirmées. Avec des électrodes de calcium métallique, la ligne bleue est aussi forte que les lignes H et K. Lorsque les électrodes sont mouillées avec des solutions, la ligne bleue et les autres lignes faiblissent plus rapidement que H et K, et elles disparaissent complètement lorsqu'on a lavé deux fois les électrodes avec de l'eau pure. Si l'on répète ces lavages de façon à enlever tout le sel de calcium, H et K persistent néanmoins, quoique très minces.

Ces faits semblent donc expliquer complètement la façon dont se comportent les lignes du calcium dans le spectre de la chromosphère. Dans les régions inférieures, où la densité de la vapeur est forte, le spectre montre souvent la ligne bleue. Dans les régions supérieures, où le calcium, malgré sa densité, se trouve entraîné par les violents tourbillons qui s'y produisent, il existe à l'état très ténu et il ne donne plus, dans le spectre, que les lignes H et K.

Ce point bien établi, la présence des diverses lignes du calcium dans le spectre des étoiles est appelée à donner des indications sur la force de la gravité et le degré de condensation à la surface de ces étoiles. Mais de nouvelles études sur les lignes des autres éléments sont d'abord nécessaires.

M. **Liveing**, F. R. S., dans une lettre adressée aux auteurs du précédent mémoire, confirme leurs conclusions et explique ainsi la différence de fréquence entre H et K signalée par Young. On chauffe dans le chlore, pendant deux jours, deux électrodes de charbon, afin d'en éliminer en partie les métaux qui s'y trouvent. Si l'on fait jaillir l'arc entre les deux charbons, on n'observe d'abord aucune ligne du calcium; puis la ligne H apparaît faiblement, et, au bout d'un certain temps, la ligne K.

Si l'on fait passer un courant d'hydrogène dans l'arc, les deux lignes disparaissent; si l'on réduit le courant, H reparaît la première et K ensuite. Si on dirige dans l'arc de la vapeur de lithium, H et K diminuent fortement. La disparition et la diminution de H et de K ne peuvent s'expliquer autrement que par la dilution de la vapeur de calcium par l'hydrogène ou par celle de lithium.

2° Sciences naturelles

C. Sherrington, F. R. S., *Professeur à University College :* **Les réflexes cataleptoïdes chez le singe.** — Si l'on enlève soigneusement à un singe les hémisphères cérébraux, en évitant les hémorragies et la chute de la température, on peut, au bout de quelque temps et après que l'animal n'est plus en état de « choc »,

provoquer chez lui des mouvement qui diffèrent absolument des réactions cérébrales ou médullaires ordinaires et qui sont particulièrement remarquables par leur durée et l'absence qu'on y constate de tout caractère clinique et « alternant ». Lorsqu'on trempe le doigt d'un singe ainsi préparé dans une tasse d'eau chaude, une réaction réflexe intense se produit qui implique des mouvements de tout le membre supérieur. Le poignet est en extension, le coude fléchi, l'épaule se porte en avant ainsi que le bras qui, parfois, vient se placer en travers de la poitrine. Le mouvement se produit après une période variable et d'ordinaire assez longue d'excitation latente. Bien qu'il soit assez rapide, il donne l'impression délibérée et voulue, il frappe l'observateur par son aisance et sa sûreté. Parfois, il est très lent et il est alors moins étendu. Mais son caractère le plus singulier, c'est qu'une fois qu'il est accompli, la contraction des muscles qui ont servi à l'accomplir ne cesse pas et n'est pas neutralisée par l'entrée en jeu des muscles d'un autre groupe, mais que, tout au contraire, elle persiste pendant dix et même vingt minutes. Le membre demeure dans sa nouvelle attitude et sans une secousse clinique ni même un tremblement. L'étendue des mouvements du membre dépend dans une large mesure de l'intensité et de la durée de l'excitation employée. Si la flexion, par exemple, est complète, le membre ne peut conserver, pendant tout le temps indiqué, l'attitude qu'il a prise; au bout d'une minute environ, le coude commence à revenir à une position moins éloignée de celle qu'il occupait d'abord. Cette extension partielle se produit souvent par « sauts », mais chacun des sauts est fort petit et se produit à des intervalles irréguliers, qui varient d'un quart de minute à une minute. Lorsque le coude en est arrivé à la demi-flexion, il peut demeurer dans cette position sans qu'elle subisse aucun changement pendant dix minutes ou davantage. La contraction des muscles est si égale qu'elle donne — ces extensions par étapes successives mises à part — une ligne uniforme au myographe. Une nouvelle excitation du doigt détermine une flexion nouvelle et semblable à la première. On peut, sans difficulté, étendre le membre fléchi, la résistance perçue est très faible; la position de flexion n'est pas reprise par le membre, lorsqu'on l'abandonne à lui-même. On obtient des résultats analogues avec le membre postérieur. Si on excite un orteil avec de l'eau chaude, on obtient la flexion de la cheville et du genou, et d'ordinaire, aussi, de la hanche. Le mouvement a les apparences d'un mouvement intentionnel et le membre conserve l'attitude prise. Si l'on place en même temps dans l'eau chaude les doigts ou les orteils des membres gauche et droit, les mouvements qui se produisaient d'un seul côté par l'excitation d'un membre isolé se produisent symétriquement des deux côtés. Mais il n'en est pas de même lorsque les deux excitations, au lieu d'être simultanées, sont successives. Si, lorsque le bras droit a déjà pris l'attitude que détermine l'excitation de la main droite, on excite la main gauche, on détermine, pourvu que l'excitation ait quelque intensité, en même temps que la flexion du bras gauche, la complète résolution du bras droit; il pend flasque aux côtés du corps, tandis que le bras gauche, dressé en l'air, demeure fléchi sur lui-même et porté en avant. De même l'excitation du pied droit fait cesser la contraction des muscles du bras droit, et plus aisément encore, l'excitation de la main droite abolit la contraction des muscles de la jambe droite. De plus, en pinçant l'oreille droite on fait abandonner au bras droit ou à la jambe droite la position qu'ils ont prise à la suite de l'excitation initiale. Si on pince l'oreille droite, alors que les deux bras sont en situation cataleptoïde, on détermine aisément une inhibition complète des mouvements du bras droit, mais d'ordinaire, on ne détermine qu'un relâchement partiel des muscles du bras gauche. La contraction déterminée dans les muscles de l'un ou l'autre des membres postérieurs, par une excitation appropriée, peut être inhibée par l'excitation de l'une des deux oreilles ou de l'un des deux membres antérieurs, mais elle l'est plus complètement par l'excitation de l'oreille ou du membre antérieur situé du même côté. L'inhibition des mouvements excités dans un membre postérieur est beaucoup plus aisément obtenue par l'excitation du membre postérieur du côté opposé que par celle du membre antérieur ou de l'oreille de ce côté. M. Sherrington n'a pu déterminer l'inhibition des contractions d'un membre antérieur par l'excitation du membre postérieur du côté opposé. La respiration de l'animal, au cours de ces expériences, n'a pas été affectée par les excitations qui suffisaient soit à produire des mouvements, soit à les inhiber : elle était tranquille, profonde, régulière et parfois plus fréquente qu'à l'état normal. Les réflexes rotuliens étaient normaux; le réflexe conjonctival subsistait, bien que l'animal fût aveugle; le pouls était plein, régulier et d'une fréquence normale. M. Sherrington n'a pas réussi jusqu'à présent à déterminer ces réflexes cataleptoïdes en plaçant simplement le membre dans la position qu'on veut lui voir prendre.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 29 Octobre 1897.

M. **Stroud** décrit un appareil, construit en collaboration avec M. **Barr**, et destiné à mesurer les distances. L'objet lointain doit être de préférence une ligne telle qu'un mât de pavillon. Deux images de cet objet sont reçues respectivement sur deux miroirs, deux lentilles ou deux prismes, placés chacun à l'une des extrémités d'un support fixe. Les deux images sont ensuite dirigées vers le milieu de l'instrument, où, après réflexion, elles sont vues par le même occulaire. On s'arrange de façon à ce que les deux images soient sur une même ligne droite et on obtient cette coïncidence en déplaçant un petit prisme auxiliaire. La valeur de ce déplacement donne la distance cherchée. De nuit, l'objet éloigné est remplacé par un point lumineux, mais comme on ne peut faire aucune mesure avec des images ponctuelles, on transforme celles-ci en images linéaires au moyen de lentilles cylindriques. L'appareil a une forme tubulaire; sa longueur est d'environ 5 pieds; il est construit en cuivre. A 3.000 mètres, il permet de déterminer les distances avec une erreur maximum de 3 %; par un temps brumeux ou avec un but à contours peu nets, la précision est moindre; mais, dans des circonstances très favorables, on arrive à déterminer les longueurs à 1 % près. M. **Barr** ajoute quelques renseignements sur l'usage de l'instrument. Les mesures qu'il nécessite peuvent être comparées à la mesure d'un angle de 20 secondes sur un cercle de 25 pieds. — M. **Stroud** indique ensuite comment l'appareil décrit ci-dessus peut être employé à la mesure des distances focales. Les miroirs sont légèrement modifiés et on fait glisser l'appareil sur un banc d'optique jusqu'à ce qu'on obtienne la coïncidence des deux images. — M. **Ackermann** décrit quelques expériences curieuses. Si l'on souffle une bulle de savon sur les bords d'une coupe dont le fond est percé d'un trou et qu'on approche le trou d'une flamme de bougie, la flamme s'éteint immédiatement. Un bateau-joujou, muni d'une fausse poupe consistant en un diaphragme de toile, peut être mû en remplissant la poupe d'éther ou de tout autre liquide léger, miscible à l'eau. Le mouvement est dû aux différences de tension superficielle qui se produisent à l'arrière du bateau. — M. **V. Boys** pense que, dans la première expérience, l'acide carbonique contenu dans la bulle de savon contribue pour beaucoup à faire éteindre la bougie.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Élections académiques

Élection à l'Académie des Sciences. — Au moment où paraîtront ces lignes, l'Académie aura procédé à l'élection d'un membre dans la Section de Chimie, en remplacement du très regretté Schutzenberger.

La Section avait présenté dans l'ordre suivant les candidats :

En 1re ligne.	M. Le Bel.
En 2e ligne	M. Ditte.
En 3e ligne et par ordre alphabétique	M. A. Colson.
	M. A. Etard.
	M. Hanriot.
	M. Joly.
	M. Jungfleisch.
	M. H. Le Châtelier.
	M. G. Lemoine.

§ 2. — Nécrologie

Savants récemment décédés. — Le Dr Edmond Drechsel, professeur de Chimie physiologique et de Pharmacologie à l'Université de Berne, est décédé le 22 septembre dernier, à la Station Zoologique de Naples, où il faisait des recherches sur la chimie des Invertébrés. Il avait été auparavant assistant de Ludwig et professeur à la Faculté de Médecine de Leipzig.

Drechsel était connu par ses travaux de Chimie biologique. Il a collaboré, pour cette branche, à deux ouvrages classiques : le *Handbuch der Physiologie* de Hermann, et la *Chemie* de Beilstein. Dans ces dernières années, il avait donné une nouvelle théorie de la formation de l'urée dans l'organisme.

Un autre savant, M. Ernest Scheering, est mort à Göttingue, le 2 novembre dernier, à l'âge de soixante-quatre ans. Il était professeur de Mathématiques à l'Université de cette ville et directeur du Département météorologique à l'Observatoire. On lui doit de beaux mémoires sur la Physique mathématique. Il s'était, d'autre part, acquis des droits à la reconnaissance des mathématiciens par la publication des œuvres de Gauss.

§ 3. — Physique

L'inscription photographique des altitudes dans les ascensions des ballons-sondes. — On sait combien il est difficile, au cours des ascensions aéronautiques, de relever exactement les hauteurs atteintes. Deux causes d'erreurs peuvent intervenir pour altérer la correction des indications barométriques : d'une part, l'inertie des appareils, d'autre part et surtout ce fait que nous ne connaissons guère la loi suivant laquelle la marche du baromètre varie avec l'altitude dans les régions élevées de l'atmosphère.

Pour affranchir de ces défauts les instruments inscripteurs qu'emportent avec eux les ballons-sondes, M. L. Cailletet, de l'Institut, a voulu créer un nouveau type d'enregistreur photographique qui permît de calculer, après l'ascension, les hauteurs atteintes en chaque point de la trajectoire du ballon, puis de comparer ces hauteurs aux indications du baromètre.

L'appareil se compose (fig. 1) d'une caisse de bois, suspendue à la partie inférieure du ballon, et à l'intérieur de laquelle (fig. 2) un mouvement d'horlogerie MH dévide, dans le sens horizontal, et fait *poser*, à de courts intervalles, une pellicule sensible. La face inférieure de la caisse porte en O une lentille qui *voit* le paysage terrestre et en concentre l'image sur la pellicule en S. La face supérieure de la caisse porte en B un baromètre aéroïde et, un peu au-dessous, en Z, une lentille qui concentre, sur la même pellicule, en S, l'image du cadran gradué et de l'aiguille de cet instrument. La pellicule étant transparente, l'image du cadran et de l'aiguille se superpose à celle du paysage. On peut donc obtenir ainsi, après développement de la pellicule, une photographie analogue à celle dont notre figure 3 représente le schéma. La hauteur de prise de cette photographie se calcule d'après les deux éléments suivants dont elle est fonction :

1° Le rapport entre une distance connue à terre et la reproduction de cette distance sur le phototype ;

2° La distance focale principale de l'objectif O.

L'appareil est disposé de telle sorte que, toutes les deux minutes, la pellicule sensible vienne poser devant les lentilles O et Z pendant un temps très court,

durant lequel les obturateurs D et K sont découverts.

Les obturateurs circulaires sont montés sur un axe actionné par un barillet. Le déclanchement simultané des obturateurs est obtenu par un levier L, qui commande aussi la mise en marche d'un barillet plus puissant que les précédents monté sur l'axe de la bobine réceptrice de la pellicule U. Ce levier L est animé d'un mouvement alternatif par la came C, dépendant du mouvement d'horlogerie MH. Bien entendu, le déclanchement des obturateurs a été réglé par construction pour opérer entre deux expositions le changement de la pellicule impressionnée.

Comme renseignements complémentaires, nous donnerons les quelques détails suivants : l'objectif anastigmatique O est diaphragmé à f-20. Son foyer principal de 211 millimètres a été choisi pour diminuer autant que possible les déformations des rayons marginaux dues à la réfraction. L'obturateur D donne le 1/100 de seconde environ.

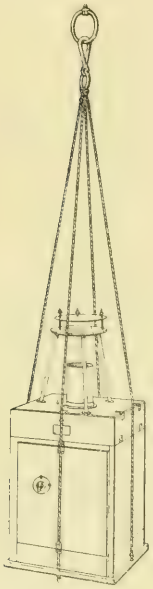


Fig. 1. — *Appareil pour l'inscription photographique des altitudes, attaché à la partie inférieure d'un ballon.*

L'objectif Z est un rectilinéaire grand angle de 95 millimètres de distance focale principale; il est protégé des rayons solaires par le tube P. Son obturateur K permet une exposition double de celle de D nécessitée par la position du cadran du baromètre, bien que celui-ci soit éclairé par une surface blanche collée sur le panneau supérieur de la cage.

La pellicule a 180 millimètres de largeur; les magasins T et U peuvent en contenir 10 mètres. La surface exposée vers l'objectif O mesure 130×180 millimètres.

Pour déterminer sur chaque épreuve le retrait ou l'allongement qui peuvent se produire à la fin des différentes manipulations photographiques, la glace G porte, gravés au diamant sur la surface en contact avec la pellicule, des traits qui sont reproduits sur un phototype.

Enfin, pour terminer cette description, un bouton placé à l'extérieur de la cage arrête à volonté le mouvement d'horlogerie MH et, partant, les autres organes de l'enregistreur.

L'appareil est suspendu sous le ballon ainsi que l'indique la figure 1, par quatre cordes réunies à un mousqueton engagé dans un anneau.

L'accouplement du mousqueton et de l'anneau assure à l'appareil une parfaite verticalité, et, si on veut bien remarquer que le ballon se déplace sensiblement avec le vent, on reconnaîtra que les vues sont toujours prises dans d'excellentes conditions, surtout à de grandes hauteurs.

Le mauvais temps de la saison n'ayant pas permis le lancement d'un ballon-sonde, l'appareil a été amarré pour son premier voyage sous la nacelle du *Balaschoff* monté par MM. Hermitte et Besançon, parti de l'usine à gaz de la Villette le 21 octobre à 1 heure, et atterri le même jour vers 4 heures dans les environs de Laval.

La pellicule développée le surlendemain nous a donné une série de vingt-cinq vues consécutives, qui prouve que tous les organes de l'enregistreur avaient régulièrement fonctionné.

Les indications du baromètre permettant de déterminer immédiatement l'échelle à laquelle les vues ont été prises, il a été facile, en tenant compte de l'heure du départ et de l'orientation des ombres sur le terrain, de trouver rapidement sur la carte les surfaces qui sont ainsi photographiées.

En dehors d'applications spéciales, les enregistreurs analogues pourront déterminer ainsi d'une façon très

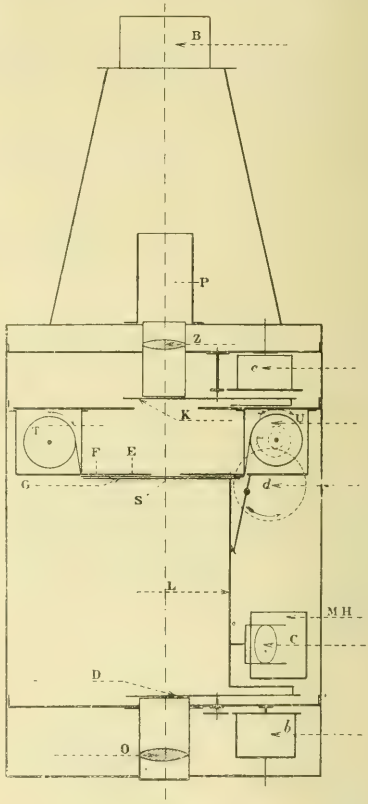


Fig. 2. — *Détails de l'appareil pour l'enregistrement photographique des altitudes.* — B, baromètre anéroïde; O, Z, objectifs; D, K, obturateurs; MH, mouvement d'horlogerie; C, came; L, levier de déclanchement; S, pellicule; T, U, bobines-magasins; G, glace maintenant la pellicule parfaitement plane; *b*, *c*, barillets commandant les obturateurs; *d*, barillet commandant la bobine U; P, tube protégeant l'objectif Z des rayons du soleil.

précise les trajectoires verticales et horizontales et constituer un des meilleurs livres de bord.

L. Gaumont.

§ 4. — Agriculture

La reprise d'un projet de Pasteur pour détruire le phylloxéra. — Notre grand Pasteur, peu après le succès de ses travaux sur la rage, eut l'idée d'appliquer les ressources de ses méthodes à la lutte contre le phylloxéra. Si l'on parvenait, disait-il à l'auteur de ces lignes, à découvrir une bactérie pathogène pour le funeste hémiptère, on pourrait cultiver

ce micro-organisme et, en en répandant les cultures dans le sol, atteindre l'insecte et le détruire. Avant sa mort, l'individu infesté propagerait la maladie parmi ses congénères, et il en résulterait, dans les champs, le développement d'une maladie mortelle au plus redoutable ennemi de la vigne. Cette pensée hantait quelquefois l'esprit de l'illustre savant, à ce point qu'un moment il caressa le projet de la mettre lui-même à exécution, avec l'aide de quelques dévoués collaborateurs. Mais les attaques contre la vaccination antirabique surgissaient de toutes parts, — car l'ignorance et la sottise sont partout, — et Pasteur dut s'employer tout entier à les repousser. Puis vinrent, après le triomphe éclatant et définitif, et comme la rançon de toute une vie de labeur et de gloire, la maladie et le déclin des forces, qui interdirent à tout jamais l'espoir de nouvelles conquêtes.

Pasteur vivant, aucun de ceux auxquels il avait confié sa pensé ne s'était senti l'audace de se livrer, sans sa direction effective, à la grande entreprise qu'il avait rêvée. Et jusqu'à présent même, aucun fait d'expérience n'avait été produit dans la direction indiquée par le Maître. Or, voici qu'un bactériologiste, M. L. Dubois, étudiant les micro-organismes de la terre et du fumier, vient de trouver une bactérie pathogène pour certains hémiptères et en particulier le phylloxéra[1].

La bactérie nouvellement découverte serait anaérobie. Répandue sur le sol des vignobles, elle détruirait rapidement les phylloxéras, et, après la mort de ceux-ci, se rencontrerait dans leurs cadavres.

Contentons-nous aujourd'hui d'enregistrer le fait, qui mérite sans doute d'être vérifié, mais semble, dès à présent, gros de promesses pour notre Viticulture.

L. O.

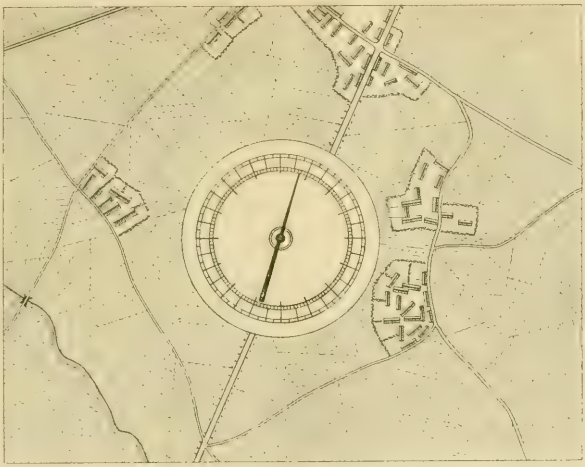


Fig. 3. — *Schéma d'une photographie enregistrée pendant l'ascension d'un ballon-sonde.*

§ 5. — Physiologie

Les Actions physiologiques attribuées aux Rayons X leur sont-elles dues? — On connaît les accidents qui surviennent à la suite de l'exposition des tissus vivants devant les tubes de Crookes; on connaît également les effets curatifs que nombre d'auteurs ont essayé de tirer des nouvelles radiations. Ces actions physiologiques ont été attribuées jusqu'ici par tous les auteurs aux rayons X. Les expériences que nous avons faites dans le service de M. le Docteur Mathieu, à l'hôpital Andral, semblent prouver que les radiations électriques émises par le tube de Crookes sont les véritables agents des désordres observés.

Tout d'abord, l'ampoule n'a jamais occasionné d'accidents que lorsqu'elle était très rapprochée de la peau du sujet, 10 centimètres au plus. Or, c'est là la distance à laquelle les effluves cessent de jaillir abondamment, tandis que les rayons X la franchissent sans perdre notablement de leur intensité. De plus, il reste acquis que les radiations exercent une action de nécrobiose toute superficielle[1], ce qui concorde peu avec ce que l'on sait de la puissance de pénétration des rayons X. Enfin, si l'on interpose entre l'ampoule et le sujet une lame d'aluminium d'un demi-millimètre d'épaisseur, reliée au sol, — cette lame conduisant à la terre les ondes électriques qui tendent à jaillir sur le sujet, mais n'arrêtant que dans une infime proportion les rayons X, — on n'observe jamais d'accidents.

Tous ces faits semblent montrer que les rayons X, isolés des diverses radiations qu'émet le tube de Crookes, n'ont que des effets nuls ou minimes sur l'organisme; il est facile de prouver qu'il en est de même des radiations lumineuses.

Pour les radiations électriques, les recherches de MM. Danilewsky et J. de Tarchanoff ont démontré la possibilité d'actions physiologiques à distance; ces auteurs ont, en effet, obtenu, sous l'influence de ces radiations, des contractions dans la patte galvanoscopique de la grenouille; les rayons X isolés ne produisent aucun effet semblable.

D'autre part, nous avons pu produire presque à volonté sur nous-même et sur un chien, les lésions désignées sous le nom d'*érythème radiographique*, en approchant nos mains ou l'animal non plus de l'ampoule, mais des fils qui y amènent le courant. Ces lésions consistent en vésicules d'hydroa qui apparaissent de six à vingt-quatre heures après l'exposition; les vésicules percent et laissent à leur place une ulcération de 5 à 10 millimètres de diamètre; elles ne guérissent guère qu'au bout de huit à dix jours; elles ne surviennent pas sur les parties protégées par l'écran d'aluminium.

Si l'on inverse le courant dans l'ampoule, la production de rayons X cesse; les lésions se sont encore produites lorsque nous avons approché nos mains; nous nous croyons donc en droit de conclure que ces lésions sont causées par les radiations électriques.

Nous avons observé, de plus, que, *pour une intensité donnée du courant inducteur*, les accidents se produisent d'autant plus aisément que la fréquence du trembleur est plus élevée. Donc, si l'on estime qu'avec la bobine et l'ampoule dont on dispose, on doive employer un courant inducteur de 5 ampères, par exemple, pour avoir une pénétration suffisante, il vaudra mieux, pour éviter les accidents, utiliser ce courant avec un trembleur lent qu'avec un trembleur rapide, quitte à augmenter la durée du temps de pose. Cette conclusion est

[1] Acad. des Sc., t. CXXV, n° 20, p. 790.

[1] Cette conclusion repose sur les résultats négatifs obtenus dans le traitement de la tuberculose, les essais d'atténuation des cultures microbiennes, et enfin sur l'examen attentif des lésions causées par les tubes de Crookes.

d'accord avec l'impossibilité d'obtenir des accidents quand on actionne l'ampoule par une machine statique, auquel cas les décharges dans l'ampoule sont assez espacées.

En pratique, il est plus simple d'interposer un écran d'aluminium d'un demi-millimètre d'épaisseur, relié au sol par une chaîne métallique; on pourra alors utiliser une source, un trembleur quelconques, et placer l'ampoule aussi près que l'on voudra.

En résumé, nous n'avons certes pas voulu démontrer que les rayons X sont dépourvus d'actions physiologiques, mais nous croyons avoir prouvé que ces actions sont beaucoup moins importantes que celles des radiations électriques qui les accompagnent. Aussi ne devra-t-on accepter comme dus aux rayons X, aussi bien en Physique qu'en Physiologie ou en Thérapeutique, que les effets pour l'obtention desquels on aura exclu les radiations électriques par l'écran d'aluminium.

V. Balthazard,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

La Chaleur spécifique du Sang humain. — Plusieurs physiologistes ont déterminé la densité du sang humain à l'état de santé ou de maladie, mais on ne s'était pas préoccupé jusqu'à présent de mesurer d'autres constantes physiques de ce liquide. Récemment, M. W.-F. Lloyd s'est livré à la détermination de la chaleur spécifique[1], qualité qui peut présenter une grande importance en Physiologie et en Pathologie.

Le sang était reçu directement de la veine dans un récipient contenant un poids connu d'eau à une température donnée. La température du sang était prise sur la personne qui l'avait fourni. On mesurait ensuite la température du mélange et le poids du sang ajouté. Ces données permettaient de calculer la chaleur spécifique qui, dans deux expériences, fut trouvée égale à 0,711 et 0,710.

La connaissance de la chaleur spécifique permet de calculer la quantité de chaleur nécessaire pour faire varier la température du sang entre certaines limites.

Supposons que la température du sang d'un malade, pesant 65 kilos, s'élève, en douze heures, de 37 à 40°. Le poids du sang du malade sera le treizième du poids du corps, soit 5 kilos; la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 3° sa température sera : $5.000 \times 0,71 \times 3 = 10.650$ calories. Pour élever le corps entier à la même température, il faut une quantité de chaleur beaucoup plus grande. Cette chaleur provenant des réactions chimiques qui ont leur siège dans les tissus, on voit que, dans l'état fébrile, ces réactions acquièrent une intensité considérable.

§ 6. — Géographie

Le prochain Voyage d'étude de la « Revue ». — Nous donnerons, dans la prochaine livraison, tous les détails concernant le voyage d'étude que la *Revue* organise, avec le concours de la *Compagnie des Messageries maritimes*, pour les vacances de Pâques 1898, à *Constantinople* et à *Athènes*. Départ de Marseille le 3 *avril;* retour le 24 *avril*.

Pour satisfaire au désir que nous expriment de nombreux touristes, de visiter à la fois la Grèce et Constantinople, nous avons adopté l'itinéraire suivant :

Le Paquebot se rendra directement de Marseille à Itea, d'où les touristes iront visiter les ruines de *Delphes*. La seconde étape sera Katakolo (*Olympie*); la troisième, *Délos*. De cette île le navire se dirigera vers le *Mont-Athos*, l'une des merveilles de la Méditerranée orientale, où il est d'autant plus intéressant de s'arrêter que les lignes ordinaires de navigation en fournissent rarement l'occasion aux voyageurs. Le Paquebot gagnera ensuite la côte d'Asie, pour permettre aux touristes de visiter les vestiges de l'ancienne Troie; puis il fera route vers *Constantinople*, où un arrêt de quelques jours s'impose.

Au retour, on visitera *Moudania* et *Brousse*, et l'on ira ensuite à *Athènes*. Après séjour en cette ville, on touchera Nauplie pour aller à *Argos*, *Tyrinthe* et *Mycènes*, et l'on rentrera à Marseille.

On peut s'inscrire dès maintenant à la *Revue générale des Sciences*, 34, *rue de Provence, à Paris*.

Le nombre des places étant limité, la liste d'inscription sera close aussitôt que le nombre nécessaire aura été atteint. Nous engageons vivement les personnes qui désirent s'inscrire, à le faire au plus tôt.

§ 7. — Enseignement

Cours du Collège de France. — Les cours du Collège de France recommenceront le lundi 6 décembre; voici le programme de la partie scientifique :

Mécanique analytique et Mécanique céleste. Professeur : M. Maurice Lévy. M. Hadamard, suppléant, traitera des courbes qui satisfont aux équations différentielles de la Dynamique, envisagées dans le domaine réel, les mardis et samedis à dix heures et demie.

Mathématiques. M. Jordan traitera de la théorie des équations différentielles, les jeudis et samedis à midi trois quarts.

Physique générale et mathématique. Professeur : M. J. Bertrand. M. Marcel Deprez, suppléant, traitera des méthodes et des instruments de mesure employés dans l'étude de phénomènes électriques, les mardis et vendredis à cinq heures.

Physique générale et expérimentale. M. Mascart exposera diverses questions d'Électricité et de Magnétisme, les mardis et samedis, à dix heures et demie.

Chimie organique. M. Berthelot traitera de la Thermochimie, les lundis et vendredis à dix heures et demie.

Médecine. Professeur : M. A. d'Arsonval. M. Charrin, remplaçant, étudiera les défenses de l'organisme, les mercredis et vendredis à cinq heures.

Histoire naturelle des corps inorganiques. M. Fouqué analysera et commentera les principaux mémoires de Brögger, les lundis et jeudis à neuf heures.

Histoire naturelle des corps organisés. Professeur : M. Marey. M. François-Frank, remplaçant, exposera la physiologie pathologique du cœur, les mercredis et vendredis à trois heures trois quarts.

Embryogénie comparée. Professeur : M. Balbiani. M. Henneguy, remplaçant, exposera les travaux récents sur la constitution de la cellule et des éléments reproducteurs, et sur la fécondation, les mercredis et samedis à deux heures.

Anatomie générale. M. Ranvier traitera de la structure de la peau et du mécanisme histologique de la cicatrisation, les mercredis et vendredis à trois heures.

Psychologie expérimentale et comparée. M. Th. Ribot traitera des conditions générales de la conscience et de l'inconscient, les lundis à trois heures et demie; les jeudis à trois heures et demie, il étudiera les diverses formes d'imagination.

[1] *British Medical Journal*, n° 1920.

LA JONCTION DU SOUDAN ET DU DAHOMEY (1896-1897)

Les embarras diplomatiques de l'heure actuelle soulignent toute la portée de l'œuvre que la Mission Voulet vient d'accomplir dans la Boucle du Niger. Par la soumission du Mossi et du Gourounsi, le Dahomey se trouve enfin relié au Soudan. L'événement intéresse trop manifestement l'avenir des intérêts français en Afrique pour que la Revue *puisse le passer sous silence.*

Après avoir rappelé les faits d'ordre militaire et géographique qui ont, en ces dernières années, déterminé notre situation dans cette partie du Continent noir, M. le Lieutenant Voulet a récemment précisé, dans une communication orale[1], *la façon dont cette situation vient d'être complétée et affermie. En même temps il a fait connaître les principales observations de la Mission sur les pays qu'elle a explorés et les races humaines qui les habitent. La* Revue *croit répondre au désir de tous ses lecteurs en publiant l'extrait suivant de sa conférence.*

LA DIRECTION.

I

A la suite des campagnes du Colonel Humbert (1891-1892), du Colonel Combes (1892-1893) contre Samory, de celle enfin du Colonel Archinard (1892-1893) contre Ahmadou Cheikou, nos possessions du Soudan français se sont très étendues vers la

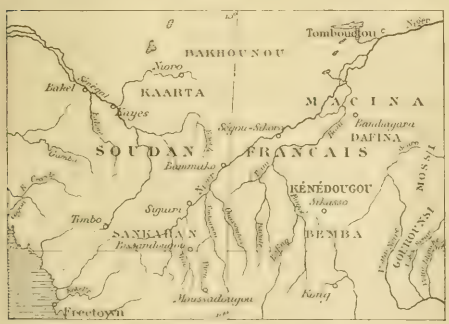


Fig. 1. — *Portion du Soudan français.*

rive droite du Haut-Niger. Depuis lors nous occupons notamment (fig. 1) les bassins du Milo, du Dion et du Sankarani, le Kénédougou avec Babemba, le fama de Sikasso, et le Macina avec Aguibou, auprès duquel est placé, dans sa capitale Bandiagara, un Résident Français.

[1] Conférence encore inédite, faite à la *Société des Études coloniales et maritimes.*

En outre, depuis 1894, Tombouctou est occupée.

Sur le littoral océanique, pour ne parler que de la région connue sous le nom de Boucle du Niger, nous possédons la Côte d'Ivoire, avec Grand-Bassam, et le Dahomey. Mais ces deux colonies sont séparées par le Gold-Coast anglais et le Togo allemand (fig. 2). Enfin, le Dahomey est séparé des Bouches du Niger par les établissements anglais du Lagos et les territoires de la *Royal Niger Company.*

Dans ces conditions, la France a un intérêt de premier ordre à réunir en un ensemble cohérent toutes ses possessions de l'Ouest-Africain. Pour arriver à ce résultat, qui seul peut donner à notre nation la prépondérance politique et commerciale en cette partie de l'Afrique, il faut, de toute nécessité, que la Côte d'Ivoire et le Dahomey poussent le plus loin possible vers le nord leur hinterland, et barrent ainsi la route de l'intérieur aux colonies rivales; il faut que le Soudan français atteigne le centre de la Boucle, de façon à se rejoindre avec nos colonies de la Côte Atlantique.

En raison de la présence de Samory dans l'arrière pays de la Côte d'Ivoire, ce mouvement d'expansion et de liaison ne peut s'effectuer que dans deux directions seulement et les efforts ne peuvent provenir que du Soudan ou du Dahomey. C'est le sentiment très net de cette situation qui a dicté leur programme aux différentes Missions envoyées

Fig. 2. — *Relations de situation géographique du Soudan français avec les autres possessions françaises et les colonies étrangères.* — La partie ombrée est reproduite ci-après (fig. 7) à plus grande échelle, pour permettre aux lecteurs de suivre l'itinéraire du Lieutenant Voulet.

en ces régions depuis 1888. D'une part, les campagnes mémorables du Capitaine Binger du Haut-Niger à Grand-Bassam (1890), du Dr Crozat, du Capitaine Monteil dans le Mossi, et, d'autre part, les traités signés, du côté du Dahomey, par la Mis-

sion Decœur et la Mission Baud et Wermeersch [1], nous permettaient, en 1895, de considérer nos droits à la possession des territoires de la Boucle du Niger comme à peu près assurés.

Cependant, une nouvelle théorie, celle de l'*occupation effective*, que certains gouvernements européens entreprennent de faire valoir, vint bientôt tout remettre en question. Au commencement de l'année 1896, on apprit de source certaine que les Anglais étaient résolus à diriger une action décisive contre le Gourounsi et le Mossi, et, par l'occupation de ces régions, à nous mettre en présence du *fait accompli*.

Le danger était grand. L'Angleterre, maîtresse au centre de la Boucle du Niger, c'était l'Afrique occidentale française coupée en quatre tronçons séparés à jamais. Il fallait à tout prix prévenir un tel désastre, et se presser d'agir. Une Mission française fut organisée en toute hâte, et dirigée, par ordre du Colonel de Trentinian, gouverneur du Soudan, sur Bandiagara, à 70 kilomètres est de Mopti, sur le Niger. Ordre lui fut donné de *devancer* les Anglais à Ouagadougou et à Sati, capitale du Gourounsi.

II

En raison de la pénurie des effectifs des régiments de tirailleurs soudanais, et de la nécessité de maintenir à Bandiagara la compagnie de tirailleurs qui y tient garnison, les moyens dont on disposait étaient fort restreints. La Mission comprenait cinq Européens :

1° Le Lieutenant Voulet, de l'Infanterie de Marine, chef de la Mission;

2° Le Lieutenant Chanoine, des Spahis;

3° Le Dr Henric, de la Marine;

4° Les sergents Laury et Le Jariel, de l'Infanterie de Marine;

5° 25 tirailleurs indigènes de la 16e compagnie;

6° 10 spahis indigènes du 2e escadron;

7° 200 auxiliaires fournis par nos alliés Aguibou et Ouidi-Diobo, roi de Barani. Ces auxiliaires furent instruits sommairement et armés du fusil 1874.

Enfin, un petit groupe de trente cavaliers, encadrés par les spahis, fut chargé du service de protection. Plusieurs interprètes de bambara, de peulh et de mossi furent recrutés sur place, à Diénné et à Ségou.

Le chef de la Mission disposait ainsi de 235 combattants, mais il ne fallait guère compter que sur une centaine d'hommes résolus, la plupart des auxiliaires n'ayant jamais vu le feu et ne possédant qu'une instruction rudimentaire.

La Mission ne devant compter que sur ses propres moyens, et cela durant plusieurs mois, il fallait apporter un soin tout particulier à l'organisation du convoi. Ce convoi emportait : trois mois de vivres pour les cinq Européens (farine, riz, café, sucre, tafia, thé, sel); trois mois de sel (en barres de 25 kilos) pour les hommes et pour les chevaux; des médicaments pour les Européens et les indigènes; de nombreux objets de pansement; 4 tentes pour les Européens; une réserve de cartouches (240 par combattant, soit $240 \times 235 = 56.400$, en caisses de 504 cartouches); enfin, une petite caisse pour pétrir le pain et un petit four construit sur place, avec des caisses de fer-blanc pour le cuire, ainsi qu'un certain nombre de ballots d'étoffes du pays destinées à l'habillement des tirailleurs, et une cinquantaine de seaux en cuir pour puiser l'eau nécessaire aux hommes, aux chevaux et aux animaux du troupeau.

Ainsi constitué, le convoi comprenait 200 charges de 25 kilos. 50 porteurs étaient chargés, sous la direction d'un tirailleur infirmier, du relèvement des blessés sur le champ de bataille et du transport des blessés et des malades. Le personnel affecté au convoi se composait ainsi de 250 indigènes fournis par Aguibou.

Un petit troupeau de 20 bœufs fut mis à la disposition de la Mission. La consommation journalière en viande, pour un nombre de rationnaires s'élevant à 500 environ (combattants, porteurs, interprètes, guides, gardiens du troupeau, palefreniers, etc.), nécessite l'abatage d'un bœuf; la Mission disposait ainsi de vingt jours de vivres en viande.

Les indigènes consomment journellement 1 kilo de mil ou de riz indigène, les chevaux 5 kilos de mil. La consommation journalière en grains pour 500 hommes et 40 chevaux, devait absorber 7 ou 800 kilos. En conséquence, chaque homme emporta cinq jours de vivres et chaque cavalier cinq jours également pour lui et son cheval. Au fur et à mesure de la marche en avant, les ressources du pays devaient fournir les grains nécessaires, et il devait être fait en sorte qu'un minimum de cinq jours de vivres fût constitué de façon constante,

[1] En 1890, le Capitaine Binger parvint à Grand-Bassam, après avoir accompli une mission des plus fructueuses, du Haut-Niger au Golfe de Guinée par le Mossi et le Kong. La même année, le Docteur Crozat se rendit à Ouagadougou. En 1891, le Capitaine Monteil traversa le Mossi, au cours de sa belle exploration de Saint-Louis à Tripoli, par le Tchad. En 1895, le Commandant Destenave parvint à signer un traité avec le Yatenga; mais, arrivé à Yako, à quatre jours de marche de Ouagadougou, il crut devoir rétrograder devant l'hostilité des chefs.

Du côté du Dahomey, les efforts ont été tout aussi considérables. La Mission Decœur se rendit au Gourma où fut conclu un traité de protectorat, puis à Say. MM. Baud et Wermeersch traversèrent tout le pays de Say à Grand-Bassam, et signèrent de nombreux traités, notamment à Gambaka, à Yarba, à Oua et à Bouna.

afin de parer à toute éventualité pouvant résulter de la *destruction systématique des approvisionnements locaux* par l'ennemi.

III

Tout d'abord, il était bien évident que la Mission aurait à faire œuvre de guerre. En effet, l'expérience fournie par les Missions successives des Binger, des Crozat, des Monteil, par les Missions, plus récentes, de l'Administrateur Alby, du Commandant Destenave, et enfin du nègre anglais Fergusson, avait démontré péremptoirement l'impossibilité absolue d'arriver à un résultat pratique et définitif autrement que par la démonstration éclatante, mais *jamais faite encore*, de la *puissance de nos armes*. Cela était d'autant plus évident que l'on devait se heurter, au Mossi, à une féodalité puissante, maîtresse absolue du sol et des personnes et qui, toujours victorieuse au cours des nombreuses expéditions qu'elle avait dirigées dans la Boucle du Niger et jusqu'à Tombouctou, avait su triompher, durant plus de cinq siècles, de toutes les invasions, et considérait volontiers l'Européen comme un commerçant et un artisan, certes très remarquable, mais dépourvu de toute vertu guerrière.

La Mission devait avoir surtout à lutter contre une cavalerie nombreuse, intrépide, redoutable par son allant et éminemment propre aux surprises et aux attaques soudaines. Obligée de commencer les opérations en juillet, c'est-à-dire en pleine saison des pluies diluviennes, elle devait se trouver aux prises avec maints obstacles inconnus aux précédentes expéditions militaires, lesquelles n'avaient jamais opéré dans l'Ouest-Africain, pendant une saison où les conditions climatériques sont si mauvaises. A cette époque, les cours d'eau forment des marais étendus ou des torrents; les hautes herbes et les cultures atteignent des hauteurs considérables (5 ou 6 mètres), et tout le pays devient un immense océan de verdure, où la vue est fatalement très bornée. Alors, les colonnes doivent marcher à la file indienne, sur une interminable longueur, donc dans les conditions de résistance et d'attaque les plus défavorables. Enfin, l'exploration par l'infanterie ou la cavalerie étant à peu près impossible, l'ennemi presque invisible au milieu de ces couverts impénétrables, les surprises sont toujours à redouter et presque fatales.

Les Européens sont placés dans des conditions hygiéniques désastreuses; les indigènes eux-mêmes sont exposés à des affections diverses, au nombre desquelles il faut compter le terrible *ver de Guinée* et les ulcères phagédéniques, qui rendent le fantassin impropre à la marche pour plusieurs mois. Aussi, dès le deuxième mois des opérations, une trentaine de combattants furent indisponibles.

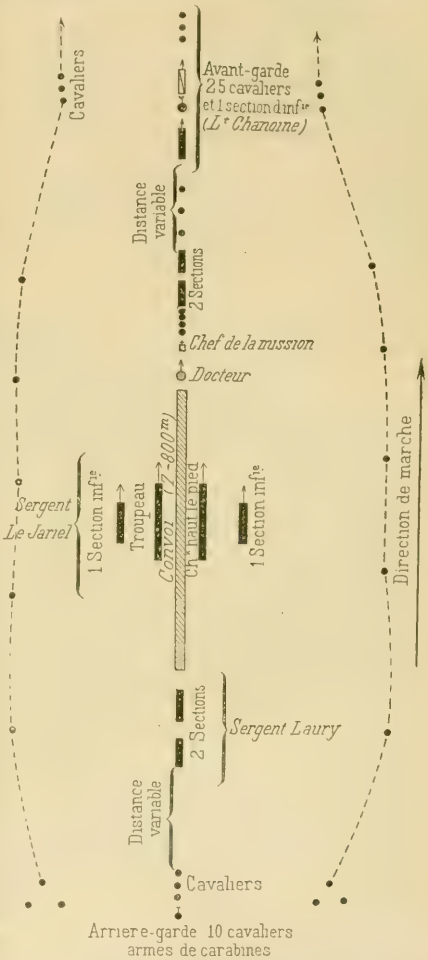


Fig. 3. — *Disposition de la marche dans la brousse.* — 1° Le convoi marche sur le sentier et occupe 7 ou 800 mètres. A droite, les chevaux haut-le-pied, à gauche, le troupeau. Le convoi est encadré, à droite et à gauche, par une section marchant à une distance variable. — 2° Deux sections d'infanterie marchent en avant du chef de la Mission et précèdent le convoi. — 3° Deux sections suivent le convoi. — 4° L'avant-garde, aux ordres du Lieutenant Chanoine, se compose de cavalerie et d'infanterie. Ainsi constituée, l'avant-garde est à même de briser une première résistance, ou d'offrir à l'ennemi un obstacle sérieux, circonstance qui donnera au chef de la Mission le temps de prendre ses dispositions. — 5° L'arrière-garde (10 cavaliers) est commandée par un brigadier du 2e escadron.

Étant donné que le *succès* devait dépendre avant tout de la rapidité de la marche, puisqu'il était bien

évident que l'arrivée des Anglais au Mossi ou à Sati serait venue réduire à néant tous nos efforts, il ne fallait point songer à n'avancer qu'après avoir assuré ses derrières, mais, au contraire, marcher de l'avant, toujours de l'avant. Il était nécessaire, dès l'abord, de prévoir la situation difficile que créerait l'absence de toute communication avec le Soudan. C'eût été folie de laisser, tous les 80 ou 100 kilomètres un poste de 15 ou 20 hommes; ces postes n'auraient eu d'autre résultat que d'affaiblir la colonne principale; ils auraient été anéantis, en raison même et de leur isolement au milieu de toute une région révoltée et de leur impuissance à se prêter un mutuel secours.

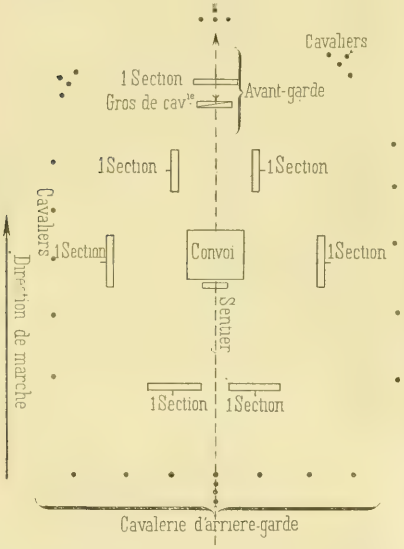


Fig. 4. — *Formation prise pendant les haltes.* — Le convoi serre en masse. Les sections font face à l'extérieur. Le dispositif n'a plus que 300 mètres en longueur sur 200 mètres en largeur et se prête à une défensive facile.

Pour parer à ces difficultés, furent prises les résolutions suivantes :

Les 235 combattants indigènes de la Mission furent divisés en 215 fantassins armés du fusil Gras, et 20 cavaliers armés de la carabine.

L'infanterie fut fractionnée en 7 groupes ou sections de 28 hommes. Pour plus de facilité, et en raison de leur instruction sommaire, les tirailleurs combattirent sur un rang. A la tête de chaque section fut placé un gradé indigène. La garde du convoi fut constituée par 15 tirailleurs. Enfin, au troupeau furent affectés, en outre d'une dizaine d'indigènes pasteurs, 5 cavaliers irréguliers et 5 tirailleurs.

La cavalerie comprenait 45 hommes, dont 20 armés de la carabine, et 25 de la *lance peulhe*. Ce groupe, placé sous le commandement direct du Lieutenant Chanoine, fut chargé de couvrir la petite colonne.

Dans la Boucle du Niger, il n'y a que des sentiers

Fig. 5. — *Attaque d'un village.* — Au début de l'action, une section reste postée sur chaque flanc et une section couvre l'arrière. Le convoi est protégé par sa garde. Enfin, une section est en réserve à côté du convoi. La cavalerie, moins quelques postes d'observation, est rassemblée à l'intérieur d'un dispositif. — Si les attaques contre les flancs ne se produisent pas ou si elles sont repoussées, les sections de flanc prolongent la ligne de bataille. — Le village occupé, toute la cavalerie, soutenue par deux ou trois sections, exécute la poursuite.

très étroits, qui ne permettent que le passage d'un seul homme de front. La figure 3 et sa légende montrent la formation de la marche adoptée chaque

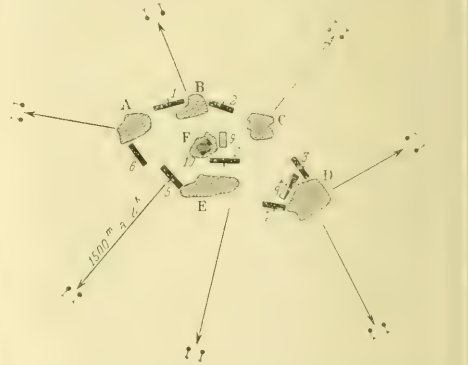


Fig. 6. — *Dispositif de bivouac dans un village Mossi.* — A, B, C, D, E, F, différents quartiers séparés du même village; 1, 2, 3, 4, 5, 6, sections d'infanterie; 7, section de réserve; 8, bivouac de la cavalerie; 9, campement des Européens; 10, convoi à l'intérieur d'un groupe de cases.

fois qu'il ne fut pas absolument impossible de marcher dans la brousse. A chaque halte, la Mission était disposée comme l'indique la figure 4. La figure 5 montre les dispositions prises en vue de

l'attaque d'un village ; et la figure 6, le mode de campement dans un village conquis.

IV

Le 30 juillet 1896, la Mission quitta Bandiagara (fig. 8), pour marcher directement sur Ouagadougou, par le Yatenga et Yako. Le 8 août, après avoir parcouru 150 kilomètres, nos officiers arrivent à Tiou, à la frontière du Mossi (fig. 7).

Bakaré, le naba du Yatenga, notre allié de 1895, chassé de ses États à l'instigation des nabas de Yako et de Ouagadougou, s'est réfugié chez Mamadou El-Hadji, chef des Foulbé de Tiou, et notre protégé aussi. Les contingents de Bakaré et d'El-Hadji (400 cavaliers, 1.000 fantassins) se joignent à la Mission.

Le 10 août, la petite armée s'empare, après un engagement sérieux, du grand village de Sim, qui est à la tête de la révolte de cette partie du Yatenga. Nos pertes sont sérieuses : 20 hommes hors de combat. De plus, nous avons consommé 5.000 cartouches, c'est-à-dire environ le dixième de notre approvisionnement. Dans le but de diminuer les pertes et aussi la consommation des munitions, il est décidé que l'ennemi sera poursuivi à outrance. Ainsi, il ne pourra que difficilement se rassembler, et opposer une résistance sérieuse.

Gravé par F. Lorremans, 17 rue St Sulpice, Paris

Fig. 7. — *Itinéraire de la Mission Voulet au Mossi et au Gourounsi.* — Cette carte est la reproduction à grande échelle de la partie ombrée de la figure 2.

C'est en exécution de cette manière de voir que sont livrés successivement les combats de Soulou et Pogoro, le 11 août; Soodi-Cissé, le 13; Barelgo, le 14; Rambi, le 15.

Les adversaires de Bakaré réduits à l'impuissance, à la suite de ces défaites successives, il devient facile d'occuper Ouahigouya. C'est ainsi que le 17 août, Bakaré fait, à nos côtés, son entrée triomphale dans sa capitale, que naguère il avait dû quitter en fugitif.

De Ouahigouya, la Missi on se rend à Goursi, la ville sainte du Yatenga (fig. 9), où notre allié Bakaré est intronisé solennellement le 24 août, comme naba du Yatenga. Cette cérémonie s'accomplit avec les rites que consacrent des coutumes séculaires.

La preuve de l'intérêt que la France porte à ses alliés ainsi faite, la petite troupe continue sa marche vers Yako. Un indigène de Goursi est adressé au naba de Yako, pour assurer ce dernier de nos intentions toutes pacifiques à son égard.

Cependant, le naba nous fait attaquer à Samba, le 26 août. Le 27, Yako est enlevé de vive force.

C'est en ce point que Bakaré et El-Hadji nous quittent, pour assurer l'ordre dans leurs États durant notre absence.

Nous leur empruntons seulement 30 cavaliers bien montés, que le Lieutenant Chanoine, dès lors à la tête de 75 cavaliers, est chargé de diriger et d'instruire.

Le 1er septembre, la Mission n'est plus qu'à quelques kilomètres de Ouagadougou. Ce jour-là, nous sommes rejoints par un indigène que nous avions, depuis l'avant-veille, dépêché au naba Bocary. En cette circonstance, nous avons tenté l'impossible pour éviter l'effusion du sang. L'orgueilleux naba n'y vit qu'une « nouvelle faiblesse » de la part de ces « Blancs », qui ne sont, dit-il, que de bons « dioulas » (colporteurs indigènes).

Fig. 8. — *Quartier des tirailleurs indigènes à Bandiagara.*

Notre parlementaire n'est pas reçu par le naba, qui le fait fustiger d'importance sur la place du marché, tandis que notre drapeau est arraché des mains de notre envoyé, et lacéré.

Bientôt, de toutes parts, une immense multitude nous entoure. Plusieurs de nos tirailleurs sont blessés. Le combat, inévitable, s'engage. A six heures du soir, après avoir franchi un marigot défendu par l'ennemi, et traversé victorieusement les nombreux villages qui forment Ouagadougou, nous sommes maîtres de toutes les positions, et le pavillon tricolore flotte sur la demeure du naba, qui s'est enfui. Enfin, nous étions les maîtres dans la capitale du Mossi, et nous y avions distancé les

Anglais, qui (nous l'avons vu plus tard) ne devaient quitter Coumassie qu'en décembre.

Quelque repos est donné à nos hommes, que cette marche ininterrompue de 400 kilomètres a fort éprouvés. Durant le séjour à Ouagadougou, de nombreuses reconnaissances de cavalerie et d'infanterie sont envoyées de jour et de nuit, dans un rayon de 4 ou 5 kilomètres du bivouac, afin de parer à toute éventualité. Le service de sécurité nocturne reçoit une grande extension, et les Européens prennent le quart de nuit.

prême : *Hamaria et Baba-To*. Baba-To est le chef des Zabvemabi, venus avec Gadiari, vers 1860, pour ravager le pays. Hamaria est le chef des autochtones et représente l'élément national luttant contre la domination étrangère. Baba-To, battu par son adversaire, s'est rendu dans le camp de Sarah-N'Ké-Mory, fils de Samory, établi à Sankana.

Hamaria nous reçoit bien, et, le 19 septembre 1896, à Sati, est signé, avec tous les chefs Gourounga, un traité plaçant le Gourounsi en entier sous le protectorat de la France.

Fig. 9. — *Arrivée de la Mission à Goursi, la ville sainte du Yatenga.*

Le cinquième jour, le Lieutenant Chanoine, envoyé en reconnaissance, a le bonheur de s'emparer d'un espion qui nous apprend que le naba a décidé de nous attaquer dans Ouagadougou, de tous les côtés à la fois. Cette attaque combinée doit se produire le lendemain, à midi. Le lendemain (6 septembre), nous avons à livrer un grand combat. Mais l'ennemi est battu, poursuivi durant 3 kilomètres et mis en complète déroute.

Cependant, il faut aller, sans perdre de temps, au Gourounsi. Après avoir, au prix des plus grosses difficultés, construit un pont sur le marigot de Kassini (marigot de 150 mètres de largeur, sur 3 mètres de profondeur), nous parvenons au Gourounsi. Deux chefs s'y disputent le pouvoir su-

Mais les populations sont terrorisées par les sofas de Samory, qui, répandus partout, pillent et réquisitionnent au nom du terrible almamy. L'humanité, le bon renom de notre pays nous commandent à la fois de payer d'audace, en cette circonstance. Le Lieutenant Voulet adresse une lettre très ferme à Samory, alors à Roualé, pour lui demander de respecter le Gourounsi, tandis que la marche en avant continue pour affirmer encore les termes mêmes de la lettre. Grâce au prestige acquis au Mossi, de notre attitude énergique, à d'autres circonstances peu connues aussi, Samory donne l'ordre à son fils de rétrograder vers le Sud et de n'engager aucun conflit avec la Mission. En raison de cette heureuse circonstance,

et après avoir donné à nos nouveaux alliés une haute opinion de la France, la Mission peut retourner au Mossi, y achever l'œuvre commencée.

Cependant, il faut songer à se rapprocher de Bandiagara, afin de renouveler les approvisionnements à peu près épuisés, et de renouer avec le Soudan des relations interrompues depuis plus de trois mois.

Le 1er novembre, la Mission est de retour à Ouahigouya. De mauvaises nouvelles nous y attendent. Ouidi-Diobo, chef des Foulbé de Barani, celui-là même qui nous a fourni de nombreux auxiliaires, se trouve dans une situation critique. Enfermé à Sourou (130 kilomètres sud-ouest de Ouahigouya) au milieu de tout un pays révolté contre son autorité, il y a trois mois qu'il lutte sans succès. De plus, un convoi de 10.000 cartouches destinées à la Mission est avec Ouidi. Ce chef me fait dire qu'il est à bout de ressources et que ses vivres sont à peu près épuisés. Marches forcées, et, le 16 novembre, Ouidi est délivré (fig. 10).

Mais ces opérations nous ont coûté des pertes sérieuses : 65 indigènes sont mis hors de combat, et les sergents Laury et Le Jariel sont blessés. Enfin, nous avons consommé 28.000 cartouches. En cinq jours, sans canon, nous avons dû enlever d'assaut les villages de Diogoré (11 novembre), Ouellé (12 novembre), Boré (14 novembre), et Gassan (16 novembre), qui ont essayé d'arrêter notre marche au secours de Ouidi. Les villages précédents sont construits en pisé et entourés d'un tata (mur d'enceinte). C'est Karamoko, le marabout de Lanfiéra qui, déçu dans ses ambitions politiques, a été l'instigateur de cette formidable révolte qui, un instant, faillit nous arrêter. Enfin, Karamoko est pris et passé par les armes.

Mais bientôt, nous recevons 25 tirailleurs de renfort, de nouveaux approvisionnements et 30.000 cartouches. Le Colonel de Trentinian nous donne l'ordre d'occuper solidement Ouagadougou.

Fig. 10. — *Prière des Musulmans de la Mission et des Mahométans alliés remerciant Dieu d'avoir donné la victoire aux troupes de la Mission.*

Le 23 décembre, pour la troisième fois, nous sommes à Ouagadougou.

Les populations, persuadées désormais que la France veut faire œuvre d'*établissement durable* au Mossi, veulent séparer leur cause de celle de leur chef. Partout nous lançons des proclamations en arabe pour engager les populations à accepter notre influence. Puis, pour détruire d'une façon définitive le prestige du naba Bokary, nous le poursuivons pendant plus de 450 kilomètres parcourus en quinze jours. Bientôt, le naba n'a plus personne autour de lui.

Un de ses frères, Kouka, élu par tous les chefs Mossi en grande assemblée générale comme naba au lieu et place de Bokary, vient au bivouac de la Mission et accepte notre autorité. Le 20 janvier, au milieu d'un immense concours de peuple, un traité plaçant le Mossi sous le protectorat de la France est signé à Ouagadougou par le naba, les dignitaires, les grands vassaux, l'almamy et les membres de la Mission.

Quelques jours plus tard, une expédition anglaise est signalée au Mampoursi, pays limitrophe du Mossi. Une lettre est adressée par courrier rapide au chef de cette expédition. Nous lui faisons connaître :

1° La prise de possession par la France du Mossi et du Gouroumi :

2° Que, dans ces conditions, il doit s'arrêter au point où il est parvenu, et y attendre notre arrivée.

Le 7 février, à Tenkodogo, nous sommes en présence de Sir Donald Stewart, résident de Coumassie. Avec cet officier sont 100 tirailleurs du régiment du Gold-Coast et un Maxim-gun.

Le 10 février 1897, est signé par les représentants de France et d'Angleterre, un accord aux termes duquel la Mission anglaise fait retour à Gambaka.

A peu près vers la même époque, nous apprenons l'arrivée de la Mission Baud au Gourma. Cette Mission française avait été assez heureuse pour devancer les missions allemandes parties du Togo.

Le 17 février, à Tibya, non loin de la frontière du Mossi, les deux Missions françaises faisaient leur jonction.

C'est ainsi que s'est accomplie, à travers la Boucle du Niger, la liaison définitive du Soudan et du Dahomey. La nouvelle de cet événement parvint à Porto-Novo vingt-cinq jours plus tard.

Les deux Missions Baud et Voulet opèrent de concert durant plusieurs jours, puis se séparent. Le Lieutenant Voulet fut assez heureux pour pouvoir mettre à la disposition du Capitaine Baud environ 5.000 cartouches dont cet officier avait un certain besoin.

Quelques jours plus tard, arrivaient au Mossi les troupes de remplacement et d'occupation (25 Européens, 600 indigènes, et 4 pièces de montagne).

L'œuvre de la Mission était accomplie dans son ensemble, et les nouvelles contrées acquises à notre influence occupées d'une façon définitive.

La Mission a duré dix mois (juillet 1896-avril 1897). Elle a parcouru 5.000 kilomètres, dont 4.000 d'itinéraires nouveaux. De nombreux renseignements topographiques, géographiques et ethnographiques ont pu être recueillis, ainsi que trois ou quatre cents photographies.

Au cours des opérations, le Lieutenant Voulet, les sergents Laury et Le Jariel ont été blessés et 150 indigènes ont été mis hors de combat. Les vides produits dans les rangs des combattants ont été comblés au moyen des porteurs du convoi, instruits en cours de route.

Les dépenses n'ont pas dépassé vingt mille francs, les troupes ayant été nourries sur le pays.

V

En résumé, la Mission a réussi :

1° A faire triompher l'influence française au Mossi et au Gourounsi ;

2° A placer ces deux pays sous le protectorat et sous la souveraineté absolue de la France (Traité du 19 septembre 1896 avec le Gourounsi, traité du 20 janvier 1897 avec le Mossi) ;

3° A protéger le Gourounsi contre les déprédations de Samory ;

4° A obliger une expédition anglaise, venue au Mossi, cinq mois après l'occupation de Ouagadougou par la Mission Voulet, à rétrograder à Gambaka (Accord écrit du 9 février 1897) ;

5° A établir, de concert avec la Mission Baud, la réunion définitive du Soudan et du Dahomey ;

6° Enfin, à procéder à l'occupation effective de ces régions jusqu'à l'arrivée des troupes d'occupation et de remplacement venues du Soudan.

Actuellement, des postes français occupent : Bouna, dans la Boucle de la Volta; Oua, Bélélé-Asseydou, Gandiaga, à la frontière méridionale du Gourounsi ; Pama, à la frontière du Mossi et du Gourma ; Niki et Boussa sur Niger, au Dahomey. Au Mossi, des postes occupent Ouagadougou, Koupéla, Yako, Ouahigouya ; au Gourounsi, Sati, la capitale, et plusieurs autres points. Sur le Niger, en amont de Boussa, Ilo et Say sont occupés militairement. Enfin, Say est relié à Bandiagara par les postes de Dori et d'Aribinda.

Les Anglais occupent indûment Gambaka et Yarba (Mampoursi), où le Capitaine français Baud a traité en 1894.

La ligne demi-circulaire : Bondoukou, Bouna, Oua, Asseydou, prolongée jusqu'à la nouvelle frontière entre le Togo et le Dahomey, indique, par conséquent, le minimum de nos possessions du côté de la Côte d'Or anglaise ; tandis que la ligne Carnotville-Nikki-Boussa fixe le minimum de nos possessions vers le Lagos anglais.

Lieutenant Voulet.

LES ANCIENS VOLCANS DE LA GRANDE-BRETAGNE

La Grande-Bretagne est, par excellence, un pays où l'on n'observe aucune manifestation volcanique. Mais si aujourd'hui le calme règne chez nos voisins, il n'en a pas été toujours ainsi. Leur pays a été, en effet, le siège, dans les temps passés et durant de longues périodes géologiques, d'une activité éruptive comparable à celle qui, de nos jours, existe dans plusieurs régions du globe. Sur certains points de l'Angleterre, de l'Écosse et de l'Irlande, se sont édifiés, à des époques répétées, des volcans qui ne le cédaient en rien, comme étendue, aux plus grands volcans actuels. Depuis ces âges lointains où la Grande-Bretagne était un territoire volcanique, le temps a accompli son œuvre de destruction. Les mouvements du sol ont détruit et l'érosion a raviné, démantelé les cratères qui avaient craché la flamme. Il en a été de même des coulées de matières, jadis en fusion, qui s'étaient échappées de ces cratères et dont il ne subsiste plus que des masses rocheuses, dans lesquelles le passant ne peut voir, sans éducation géologique, les restes d'anciens volcans.

On comprend les difficultés qui doivent se présenter, quand on veut reconstituer, à l'aide de documents aussi incomplets et aussi imparfaits, l'histoire volcanique d'un pays. Cette histoire vient cependant d'être faite, pour la Grande-Bretagne, par un grand savant, sir Archibald Geikie, directeur général du Service géologique de la Grande-Bretagne. Son livre, le premier de ce genre, est une étude admirable et constitue un des chapitres les plus attrayants de l'histoire de notre planète.

M. Geikie publie, depuis longtemps, de remarquables travaux sur les volcans de l'Angleterre et de l'Écosse. En y joignant ceux de ses devanciers et de ses contemporains, qu'il a soumis à une critique éclairée, il a produit une œuvre d'analyse et de synthèse dont l'intérêt scientifique est considérable. Aussi méritait-elle mieux qu'un compte rendu, nécessairement trop court. Je voudrais, dans cet article, esquisser à grands traits l'histoire des volcans de la Grande-Bretagne, en suivant le plus possible l'ordre adopté par M. Geikie dans son ouvrage, qui n'a pas moins de 900 pages, et qui est illustré de superbes similigravures, de croquis, de coupes, en grande partie nouvelles, et de plusieurs cartes en couleurs[1].

L'auteur montre d'abord ce que c'est qu'un volcan, dans quelles conditions il se forme, les produits qu'il émet, et à quels caractères on peut reconnaître les matériaux volcaniques. Les diverses phases éruptives traversées par l'Angleterre et l'Ecosse sont ensuite passées en revue, et, dans un chapitre final, l'éminent géologue expose les conclusions auxquelles il a été conduit.

I. — Caractères des volcans.

Qu'est-ce qu'un volcan? C'est un appareil composé d'un *cône*, d'un *cratère* émettant des *coulées* de matières en fusion (*laves*), qui s'épanchent à la surface du sol, et des produits de projection (*bombes*, *lapillis*, *cendres*), qui sont parfois transportés à des distances considérables. Les matières en fusion, provenant de l'intérieur de la terre, sont amenées à l'extérieur par un canal que l'on croyait jadis cylindrique, et qui, en réalité, est une *fente rectiligne*.

Lorsqu'on considère un volcan actuel, on ne voit que la partie superficielle (cône, cratère, coulées); la partie profonde qui échappe à nos regards est précisément constituée par ce conduit rectiligne, formant une *cheminée* (*neck*), qui peut se remplir après coup par les matières venant de l'intérieur (*dyke*) ou rester béante et vide.

Il existe une assez grande différence entre les produits de projection et les laves constituant les coulées. Les premiers, projetés violemment à l'extérieur et refroidis brusquement, n'ont pas eu le temps de cristalliser; aussi sont-ils vitreux et très scoriacés; les secondes, étant soumises à un refroidissement beaucoup plus lent, en raison surtout de leur masse, subissent une cristallisation plus complète et ne sont bulleuses qu'à leur surface. Les roches qui remplissent le *neck* et forment le *dyke* se différencient des précédentes, en ce que les produits volatils, ne pouvant s'échapper, sont mélangés intimement à la matière fondue, et réagissent sur elle en la modifiant d'une façon plus ou moins profonde.

Parfois la matière fondue, qui arrive par des fentes, trouve dans les couches constituant l'écorce terrestre une telle résistance à vaincre, qu'elle ne peut que les soulever et les écarter. Elle s'accumule alors dans des poches qui ont reçu le nom de *laccolites*. De pareils réservoirs, remplis de matière ignée, se traduisent à l'extérieur par des bombements. Comme il n'y a pas d'orifice de sortie pour les laves, il doit se produire des réactions extrêmement vives entre les matières fondues des laccolites et les éléments minéralisateurs; aussi les roches

[1] *The ancient volcanoes of Great Britain*, by sir Arch. Geikie, general director of the Geological Survey, 2 vol., près de 1.000 pages de texte, avec 7 cartes et 557 figures. London, Macmillan and Cº. Prix : 45 francs.

laccolitiques auront-elles le caractère des roches formant les dykes.

Enfin, si la matière fondue qui remplit la fente s'injecte entre les couches sédimentaires, on a des *filons transversaux* ou *sills*, dont les roches ressembleront beaucoup à celles des laccolites. Les roches des sills seront des roches compactes, les roches d'épanchement seront, au contraire, scoriacées. On conçoit qu'il faille des dénudations parfois considérables pour apercevoir les dykes, les sills et les laccolites, et qu'on ne puisse les observer que dans les volcans anciens.

Fig. 1. — *The « Yellow-Man », dyke volcanique de la côte de North Berwick (Ecosse).* — Le dyke, constitué par une roche compacte, pointe au milieu des tufs volcaniques, dans lesquels il a été injecté.

Les produits volcaniques éjectés à l'extérieur pourront être successivement constitués par des scories, des cendres, des coulées de laves. D'autres fois, le volcan n'aura émis que des substances meubles. Si le volcan présente une bouche centrale et des cônes parasites, on aura le type du *volcan vésuvien*. Dans le cas où il existe une série de volcans le long de plusieurs lignes de fissures et que ces volcans entremêlent et stratifient leurs produits, on est en présence d'un *plateau volcanique*. Enfin, le type du *puy* volcanique est celui dont les monts d'Auvergne présentent de si beaux exemples.

Nous supposons que les éruptions se *font à l'air;* mais il arrive très fréquemment que les volcans sont situés au bord de la mer ou près de lacs. S'ils sont *sous-marins* ou *sub-aériens*, les matériaux volcaniques seront mélangés ou alterneront avec des couches sédimentaires, ces dernières se déposant pendant les périodes de calme du volcan. D'autres cas peuvent se présenter, mais je n'ai voulu indiquer que les principaux.

Fig. 2. — *Dyke de basalte à structure prismatique radiée, ayant jadis rempli une cheminée volcanique.* — Celle-ci est constituée par des tufs dont il ne reste plus qu'une portion représentée par le piton du côté droit de la figure; le reste a été enlevé par l'érosion. — Près de Saint-Andrews (Ecosse).

Suivant le degré de cohésion offert par les produits volcaniques, l'érosion agira sur eux d'une manière plus ou moins efficace. Tandis qu'un cône

de scories ou de cendres aura vite disparu sous l'action de la dénudation, un cône formé de lits de laves et de cendres résistera davantage. Dans le premier cas (fig. 1 et 2), l'ablation amènera rapidement au jour le dyke central, généralement constitué par une roche dure. Ainsi « déshabillé », il apparaîtra bientôt en saillie au milieu des formations environnantes, et témoignera seul, par sa présence, de l'existence d'anciens volcans en ce point.

Dans un cas mixte, comme celui représenté par la figure 3, le cône volcanique est en partie conservé, et il est encore possible de restaurer, d'une façon assez précise, l'ancien volcan; mais quand le temps aura agi longuement sur un appareil volcanique, il n'en restera plus que des lambeaux. C'est alors que la sagacité et la science du géologue interviendront pour la reconstitution du volcan primitif.

On me pardonnera cet exposé, mais j'ai voulu montrer la complexité du problème paléo-volcanique et les difficultés que peut vaincre seule une observation très minutieuse.

II. — Le problème paléo-volcanique.

La découverte de volcans plus anciens que les volcans modernes ne date que de 1752, époque à laquelle un Français, Guettard, revenant d'Italie et passant par Clermont-Ferrand et Volvic, fut frappé de l'analogie des monts d'Auvergne avec le Vésuve. Desmarets donna un grand nombre de preuves établissant cette parenté. Quelques années plus tard, on signala également l'existence de volcans éteints sur les bords du Rhin (région de l'Eifel). A la fin du siècle dernier, on ne connaissait pas de volcans plus anciens. Mais le paléo-volcanisme allait faire bientôt de rapides progrès en Angleterre, où les célèbres géologues Hutton et Playfair montraient l'étroite relation des roches trappéennes avec les roches volcaniques. Mac Culloch, en 1839, affirme ensuite d'une façon plus nette et plus hardie l'analogie de certaines roches d'Écosse avec des roches volcaniques : il démontre qu'elles avaient été en relation avec des cônes et des cratères, et que, si ces appareils ne sont plus visibles c'est qu'ils ont été enlevés par l'érosion.

Durant le demi-siècle qui s'est écoulé depuis cette découverte mémorable, la Géologie, qui venait d'être fondée définitivement comme science, avec William Smith, a fait des progrès considérables, et, dans la branche qui nous occupe, il est prouvé aujourd'hui qu'un très grand nombre de roches éruptives sont arrivées au jour au moyen d'appareils volcaniques.

Quoique ébauchée en quelques points, l'étude du volcanisme dans les temps paléozoïques n'a été faite en Angleterre, avec détails, que durant ces vingt dernières années, et grâce à l'activité des géologues du *Survey* anglais, à la tête desquels il faut placer Ramsay, puis sir Arch. Geikie.

Dans plusieurs discours (Anniversary Address, *Quarterley Journal*, 1891-1892) qui firent une grande impression dans le monde des géologues, M. Geikie avait déjà exposé magistralement les idées et les découvertes de l'École anglaise. Le livre qu'il nous donne aujourd'hui est une synthèse remarquable et clairement écrite du paléo-volcanisme dans la Grande-Bretagne.

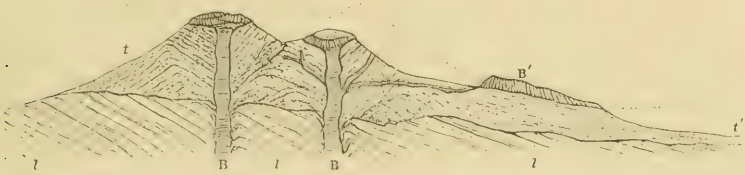


Fig. 3. — *Coupe à travers le Largo-Law* (*Écosse*). — Cette figure représente deux cônes volcaniques accouplés qui ont dû être tour à tour les bouches d'un ancien volcan. Ces deux bouches ont rejeté des tufs, *t* (dont on aperçoit nettement la double inclinaison), constituant la plus grande partie de la colline. Les anciennes cheminées ont été remplies par des dykes basaltiques B B. Le plus haut cône est couronné par un gâteau basaltique qui devait former le fond de l'ancien cratère. En B' se trouve une coulée basaltique issue de l'un des cônes. Le pointillé de la figure indique le contour du volcan primitif.

III. — Volcans des temps primaires.

§ 1. — Volcans Archéens.

Il y a peu de temps, on n'admettait pas de roches volcaniques plus anciennes que le Silurien. Certains géologues anglais affirmèrent, les premiers, que le volcanisme datait non seulement des couches fossilifères les plus vieilles, mais qu'il s'était manifesté à une époque antérieure, au moment de la formation des *gneiss*. Ces roches volcaniques, *les plus anciennes que l'on connaisse*, se trouvent en Écosse et dans les Hébrides. Au milieu des gneiss

qui constituent une partie de la côte de ces îles, se dressent de nombreux filons de roches basiques, alignés E-S-E — O-N-O et découpant la contrée en tranches parallèles qui forment une série d'arêtes vers la côte. Les gneiss (*Lewisien*) — qui ont été considérés comme provenant de roches granitiques devenues schisteuses par dynamométamorphisme — sont recouverts en plusieurs points, en stratification discordante, par les grès de Torridon, d'âge plus récent (Précambrien). Les filons constitués par des roches basiques (diabases, basaltes, péridotites), roches dont nous retrouverons les analogues dans la série moderne, ne pénètrent jamais dans les grès de Torridon; ils se sont donc formés à l'époque des gneiss. Des filons de roches acides (granulite, microgranulite, syénite) sont d'âge un peu plus récent, car ils coupent les premiers.

On ne trouve, dans cette série variée de roches, ni tufs, ni cendres, ni phénomène de scorification; mais si, comme on l'admet, ces roches sont venues au jour par des volcans, les mouvements du sol et l'érosion ont dû faire disparaître et enlever les parties superficielles, les cônes et les cratères, de sorte qu'il ne reste plus aujourd'hui que les cheminées, les dykes, les filons, par lesquels s'était faite l'ascension de la lave. L'orographie de la région plaide en faveur de cette hypothèse, car la contrée est formée par une série de plaines dont les sommets montagneux ont été jadis arasés.

§ 2. — Volcans Précambriens.

Les géologues anglais signalent, en Écosse, de nombreux débris volcaniques dans les sédiments qui constituent, pour eux, la base du *Précambrien*, le *Dalradien*.

Le Dalradien, qui recouvre le grès de Torridon, est constitué par des roches gneissiques (*younger gneiss*), dans lesquelles sont intercalées des roches amphiboliques variées (amphibolites, gneiss amphiboliques, etc.) qui leur donnent une physionomie semblable à celles du Plateau Central de la France. M. Geikie considère les roches amphiboliques comme des roches volcaniques. Pour ce savant, ce seraient des injections, au milieu de roches schisteuses, de roches telles que les diorites, qui auraient formé la série du Dalradien. Les lits d'amphibolite ne sont pas, en effet, si continus qu'ils le paraissent, car ils passent d'une couche à une autre; ce sont bien là les allures d'une roche intrusive et non d'une roche sédimentaire. Les bancs amphiboliques se renflent parfois et prennent la forme d'un massif dont la roche constituante est une diorite, si on la considère isolément, mais qui se continue et passe directement aux roches amphiboliques. Les amas dioritiques représenteraient des centres éruptifs, des agglomérats tels qu'on peut les observer au centre de l'Écosse, entre deux chaînons montagneux, le Ben Voirlich et le Ben y glo. De ces centres seraient issues des roches intrusives et des roches d'épanchement, accompagnées de tufs, de lapillis et de cendres dont on constate l'existence en plusieurs points.

Dans le Shropshire, à Wrekin, à Caradoc, une série de collines traversées par la Severn sont constituées par des roches volcaniques acides et basiques, d'âge *uriconien*. Les roches acides forment la plus grande partie des collines; les roches basiques se présentent surtout en dykes et en filons. Les premières comprennent des microgranulites, des pechsteins, des rhyolites, possédant une structure fluidale bien marquée, indiquant qu'elles ont dû couler à la manière des laves modernes. Elles présentent, d'ailleurs, la structure sphérolitique amygdalaire, et offrent, en beaucoup de points, des parties scoriacées. Elles sont également accompagnées d'une grande quantité de produits de projection (blocs, lapillis, cendres) ne laissant aucun doute sur leur origine volcanique. On a même eu la bonne fortune de trouver les points où étaient situées les bouches de sortie de la lave. L'alternance de lits de lave et de cendres permet de conclure que dans ces volcans, comme dans les volcans actuels, il y avait eu des éruptions répétées à des intervalles de temps plus ou moins longs.

Les roches basiques uriconiennes sont des diabases et de véritables basaltes.

La région de Wrekin est, comme on le voit, des plus intéressantes par la variété des roches qu'elle présente et par leur caractère nettement volcanique, quoique d'âge très ancien.

Une variété encore plus grande s'observe au centre de l'Angleterre, dans la région de *Charnwood-forest* (Leicestershire), où une série de monticules pointent au milieu d'un pays relativement plat. Ce sont, pour la plupart, des restes de cumulo-volcans, de dykes débarrassés, totalement ou en partie, des matériaux de projection qui les enveloppaient, parfois en relation avec des coulées et des produits de projection.

Sur plusieurs de ces dykes, on a élevé des monuments, construit des châteaux, qui dominent la plaine. Un tel paysage, dans lequel l'homme a édifié des habitations sur les cheminées d'anciens volcans, frappe vivement le voyageur, et une pensée se présente malgré soi à l'esprit : ces volcans ne se réveilleront-ils pas un jour?

La région de Charnwood-forest comprend non seulement des roches granitiques, des syénites, mais aussi des microgranulites, des rhyolites, des perlites, et aussi des agglomérations de brèches

volcaniques, que M. Fouqué, dans son cours du Collège de France, comparait à celles de Saint-Michel, au Puy-en-Velay.

J'ai un peu insisté sur les formations volcaniques archéennes et précambriennes, afin de montrer combien était grand l'intérêt qu'elles présentent tant au point de vue géologique proprement dit, qu'au point de vue géographique, puisque des ruines de volcans (les plus anciens que l'on connaisse) contribuent encore, malgré leur vétusté, à donner une physionomie particulière à une contrée.

§ 3. — Volcans Cambriens.

C'est dans le Pays de Galles que sont presque exclusivement localisées les éruptions cambriennes. La région de Saint-David, au sud, et le Caernarvonshire, au nord, ont été le centre d'éruptions nombreuses à l'époque cambrienne. A Saint-David, plusieurs massifs de syénite et de granite paraissent constituer la roche de profondeur du volcan, tandis que les coulées seraient représentées par des roches porphyriques et des felsites. Des roches d'intrusion plus ou moins vitreuses, des produits de projections accompagnent les coulées. Et de même qu'on l'a constaté en France à d'autres époques, les éruptions ont été alternativement acides et basiques; aussi trouve-t-on, dans le même point, des felsites sous forme de coulées, puis des porphyrites, des diabases à olivine, etc., accompagnés de tufs, les uns acides, les autres basiques.

Une série éruptive analogue s'étend au nord du Pays de Galles, vers le Llyn Padarn, où elle forme un ensemble de collines traversées par des défilés extrêmement pittoresques. L'examen de tufs volcaniques alternant avec des couches marines permet de conclure que les volcans de cette région étaient tantôt sous-marins, tantôt sub-aériens.

§ 4. — Volcans Siluriens.

Durant le Silurien, les éruptions volcaniques furent moins localisées. Elles se continuèrent avec une intensité considérable dans le Caernarvonshire, où près de 2.500 mètres de tufs furent rejetés. Certaines collines, comme le « *noble Snowdon* », qui a plus de 400 mètres d'élévation au-dessus de la plaine, sont formées presque uniquement par des tufs et des laves andésitives. Les laves de Glyder Fach n'ont pas moins de 500 mètres d'épaisseur.

Des volcans s'édifièrent également dans la région de Trémadoc, qui, aujourd'hui encore, offre l'aspect d'un paysage volcanique.

Dans le Cumberland, l'île d'Anglesey, le Merionetshire, le Shropshire, etc., s'ouvrirent de nombreuses bouches volcaniques, les unes sous-marines, les autres sub-aériennes. Partout on constate l'existence de brèches, de tufs, de coulées, en rapport plus ou moins étroit avec des necks. Dans le district des Lacs, les produits volcaniques s'étendent sur une surface de près de 1.500 kilomètres carrés.

L'Écosse, l'Irlande, possédaient également des volcans à l'époque silurienne. Durant une partie du Silurien, la région anglaise présentait un grand nombre de bouches volcaniques, dont l'activité devait singulièrement animer le paysage.

§ 5. — Volcans Dévoniens.

Certains territoires bien distincts deviennent essentiellement volcaniques durant le Dévonien, surtout le Dévonien inférieur. Ce sont les îles Shetland, les Orcades, les comtés de Banf et d'Argill, le groupe des Cheviots; mais le plus important est celui de la « Midland Valley » de l'Écosse, située entre les Highlands et les South-Uplands, où l'on compte six grands centres éruptifs, s'étendant sur près de 300 kilomètres de long, et constituant au nord une véritable chaîne volcanique. A Édimbourg, l'épaisseur des projections atteint 2.200 mètres, et la ville est dominée par un énorme neck, ancienne cheminée d'un volcan aujourd'hui disparu. Le groupe volcanique de la Clyde offre même un volcan central et des cônes adventifs, comme l'Etna.

Les roches éruptives de cette époque comprennent principalement des diabases et des porphyrites ayant coulé à la surface du sol, ou ayant fait intrusion dans des sills. Les trachytes et les felsites sont beaucoup plus rares.

§ 6. — Volcans Carbonifères.

C'est encore dans le sud de l'Écosse que se concentrent les efforts volcaniques pendant la période carbonifère. Les environs de Glascow, d'Édimbourg, le plateau de Solway sont couverts de produits volcaniques variés, datant de cette époque. M. Geikie les range en deux catégories : ceux qui forment les *plateaux volcaniques* sont constitués par des coulées, très étendues et très épaisses, de laves andésitiques alternant avec des tufs.

Ces coulées sont en relation, souvent étroite, avec les anciennes cheminées volcaniques, les necks, qui se dressent au-dessus des plateaux, et sont constitués soit par des tufs, soit par des roches massives. De nombreux necks (fig. 1), coniques ou arrondis, s'alignent aussi dans le Berwickshire, sur d'assez vastes espaces.

Les éruptions qui donnèrent naissance aux *plateaux volcaniques* de l'Écosse eurent lieu au commencement du Carbonifère (grès calcifère). Le centre de l'activité volcanique se déplaça ensuite vers le Firth of Forth, et les manifestations changèrent de forme à l'époque du calcaire carbonifère.

Là s'édifièrent une multitude de *puys*, de cônes, qui ne fournirent que des tufs ou des coulées assez restreintes, mais, par contre, injectèrent dans les assises sédimentaires ces roches trappéennes si curieuses (fig. 4) qui, ramenées à la surface par la dénudation, forment aujourd'hui comme de gigantesques marches d'escaliers.

Les dolérites, les basaltes, les labradorites, les péridotites et les porphyrites constituent la plupart des roches éruptives de cette période, et ressemblent étonnamment aux roches tertiaires. Les basaltes montrent souvent la structure columnaire, si fréquente dans les volcans tertiaires du Plateau Central de la France.

Dans plusieurs parties de l'Angleterre, notamment dans le Northumberland, les roches intrusives forment des sills d'une grande étendue.

Tel est le Great Whin Sill, qui n'a pas moins de 120 kilomètres, et qui, avec une épaisseur variable, est intercalé, tantôt dans le calcaire carbonifère, tantôt dans les schistes houillers, et s'étend souterrainement sur plus de 3.000 kilomètres carrés.

Durant le houiller, les éruptions se continuèrent dans une partie de l'Angleterre et de l'Irlande, amenant au jour des orthophyres et des porphyrites.

§ 7. — Volcans Permiens.

C'est en Écosse, dans l'Ayrshire, le Nithsdale, l'Annundale et le bassin du Firth of Forth, que se terminent les éruptions primaires comprenant surtout des porphyrites. Des séries de dômes et de cônes qui représentent les anciens necks sont isolés en nombre de points et témoignent de l'activité volcanique dans cette contrée, à l'époque permienne. Sur la côte du Firth of Forth on en compte plus de 60. La figure 3 montre deux de ces cônes accouplés en relation avec des tufs et une coulée, et les figures 2 et 5 représentent les dykes basaltiques columnaires qui constituaient le centre du neck.

Fig. 4. — *Filon de trapp coupant les schistes carbonifères un peu à l'ouest de Saint-Monans Church.*

Une période de calme, d'ailleurs presque générale à la surface du globe, règne en Angleterre pendant toute la durée des temps secondaires.

IV. — Volcans tertiaires.

Mais dès l'Eocène se produit un réveil de l'activité volcanique qui se continuera jusqu'au Miocène. Il se fait sentir sur la côte nord-est de l'Irlande et dans les îles qui bordent la côte occidentale de l'Écosse. Dans tout le sud de l'Écosse, depuis les Grampians jusqu'aux Cheviots, le nord de l'Angle-

terre et de l'Irlande, c'est sous forme de dykes, très nombreux, alignés dans plusieurs directions (surtout nord-ouest, sud-est) que se présentent les roches éruptives. Ces dykes constitués par des basaltes, des andésites et des dolérites, sont souvent groupés en séries, se bifurquent parfois et coupent toutes les roches sédimentaires antérieures au Tertiaire.

Les dykes qui traversent les Cheviots et les Lowters hills ont de 50 à 125 kilomètres de long.

Quant aux éruptions proprement dites qui débutèrent à l'Éocène, elles produisirent de vastes cou-

Fig. 5. — *Basalte prismatique ayant rempli l'ancienne cheminée d'un volcan permien, à Kinevaig.* — Cette magnifique masse basaltique qui constitue les falaises d'Elie, dans le golfe du Forth (Écosse), n'a pas moins de 50 mètres de haut. Elle ressemble beaucoup aux Orgues d'Espailly, près du Puy, en Auvergne, quoique d'âge beaucoup plus ancien.

lées de basalte et de dolérite qui occupent une surface totale de plus de 15.000 kilomètres carrés. Elles constituent le plateau d'Antrim au nord de l'Irlande qui, seul, n'a pas moins de 6.000 kilomètres carrés et qui est formé par des basaltes sur une épaisseur de plus de 300 mètres.

Les îles de Skye et de Mull offrent également des plateaux basaltiques semblables à celui d'Antrim. Des lits de matériaux détritiques (que M. Geikie assimile à des dépôts fluviatiles) sont parfois intercalés entre deux coulées de basalte. Les falaises pittoresques de Sanday (fig. 6) présentent un bel exemple d'intercalation de dépôts fluviatiles.

L'ensemble des plateaux a un alignement nord-sud. Les roches qui les constituent ont dû arriver par des fissures qui ont laissé échapper des flots de lave sur de grandes surfaces; mais, par places cependant, se dressent des cônes volcaniques parfois bien conservés (fig. 7) qui ont émis à leur tour des coulées et parfois des tufs. Enfin des dykes de roches basaltiques sont venus percer à leur tour des plateaux basaltiques.

Après l'édification des grands plateaux basaltiques survint une nouvelle phase éruptive qui amena la sortie d'énormes masses de roches basiques (principalement des *gabbros*), qui trouèrent les basaltes, et forment aujourd'hui des *bosses* irrégulières rompant l'uniformité et la monotonie du paysage. Les gabbros arrivèrent surtout comme des masses intrusives, soulevant les basaltes ou s'injectant entre les divers lits ou coulées de cette roche; de sorte que l'on observe parfois, comme dans l'île de Mull, une « pile » de lits de basaltes alternant avec des lits de gabbros, ayant près de 700 mètres d'épaisseur. Dans d'autres cas (Nouvelles-Hébrides) le gabbro n'a pu sortir; il s'est alors accumulé dans des poches ou laccolites que la dénudation a fait apparaître plus tard. C'est un cas analogue à celui qui a été constaté en Amérique, dans le sud de l'Utah. Les îles de Skye, de Rum, de Mull, etc., offrent un assez grand nombre de bosses de gabbros.

Fig. 6. — *Dun Mon* (*Ile de Sanday*). — L'érosion a singulièrement façonné, en certains points, le plateau basaltique de l'île de Sanday. La figure en fournit un exemple des plus frappants. Elle représente une énorme colonne de 40 mètres de haut, constituée à la partie moyenne et à la partie supérieure par un basalte prismé, se rattachant au plateau basaltique de l'île. Entre ces deux coulées basaltiques sont intercalés des conglomérats détritiques bien visibles à la base et sous la calotte supérieure de basalte.

Peu après l'éruption de ces roches basiques survint celle de roches acides, semblables à celles des temps primaires, et ayant formé des montagnes coniques ou arrondies rappelant les monts d'Auvergne, en particulier le Puy-de-Dôme. On peut également les comparer aux necks trachyti-

ques du Velay. Les roches acides, peu fluides, visqueuses, « maussades », n'ont pu couler; aussi se sont-elles accumulées sur place en formant des intumescences. Elles comprennent des granites, des microgranulites, des syénites, des porphyres et des rhyolites, affleurant dans les îles de Skye, de Mull et aussi au nord-est de l'Irlande (Monts Mowne). Des filons, également de roches acides, à structure fluidale ou sphérolitique, sont associés aux dômes acides. Ils représentent les apophyses d'un magma acide n'ayant pu acquérir la structure grenue.

Tandis que les manifestations volcaniques prennent fin en Angleterre après ces dernières éruptions miocènes, elles se continuent avec une grande ampleur jusqu'aux temps préhistoriques dans le Plateau Central de la France.

Si nous jetons un coup d'œil rapide sur l'ensemble des éruptions de la Grande-Bretagne, nous constatons qu'elles sont surtout concentrées en Écosse, entre les Grampians et les Cheviots, dans les îles occidentales de l'Écosse, à l'est de l'Irlande et à l'ouest du Pays de Galles.

Ce qui frappe surtout quand on étudie leur constitution, c'est de rencontrer les mêmes types pétrographiques à l'époque silurienne et devant les temps tertiaires. Les roches granitiques ne sont pas l'apanage des temps primaires, comme on l'a cru longtemps, puisque nous venons de voir que les dernières éruptions miocènes ont donné des roches acides semblables à celles des temps primaires. Et de même aussi, l'activité volcanique s'est manifestée de la même façon à toutes les époques, en produisant des cônes volcaniques, des dômes, des filons accompagnés ou non de coulées, sub-aériennes, sous-marines ou intrusives, et, en général, de matériaux de projection.

Ce sont ces faits que M. Geikie a mis si clairement en évidence dans le dernier chapitre de son beau livre.

L'éminent géologue s'est honoré et a honoré la science française en dédiant son ouvrage à MM. Fouqué et Michel-Lévy, ces « deux distingués représentants de l'École française qui, à la suite de Desmarets, ont fondé l'étude des anciens volcans et ont fait faire à ces études tant de progrès ».

Il est à souhaiter que dans notre pays, où est né le paléo-vulcanisme, un travail synthétique, semblable à celui de M. Geikie, soit entrepris pour le développement d'une science qui compte des adeptes de plus en plus nombreux [1].

Fig. 7. — *Cratère Lac de 'S Airde Beinne (Ile de Mull).* — Ce lac est installé dans le cratère d'un ancien volcan. Il rappelle certains lacs d'Auvergne ayant la même origine.

Ph. Glangeaud,
Docteur ès sciences,
Collaborateur au Service
de la Carte géologique de la France.

[1] Les figures qui accompagnent cet article sont extraites de l'ouvrage de M. Geikie. Les clichés nous ont été très obligeamment prêtés par l'éditeur, M. Macmillan.

LA MÉTHODE DANS LES ÉTUDES COLONIALES

LEÇON D'OUVERTURE DU COURS DE COLONISATION COMPARÉE A L'ÉCOLE DES SCIENCES POLITIQUES

Il y a seulement quelques années, le titulaire d'un cours sur la colonisation se serait vu dans la nécessité de consacrer sa leçon d'ouverture à démontrer d'abord l'utilité des colonies. Si vous pouviez ouvrir un catalogue de littérature coloniale, vous seriez frappés, en vous reportant à la période 1880-1890, de voir, exposé, développé, repris sous cent formes diverses, avec une chaleur et une insistance chez l'auteur qui permettent de calculer la résistance, l'entêtement et parfois même l'irritation du lecteur, ce thème particulier : à quoi servent les colonies? Traité dans la presse et les livres, ce thème était repris dans les conférences et à la tribune. Il y avait tout un parti qui se refusait même à l'aborder. Parti complexe, d'ailleurs, et qui invoquait une variété d'arguments, conséquence de la variété de ses origines. C'étaient des patriotes qui n'admettaient pas qu'on songeât à une plus grande France avant d'avoir reconstitué la France suffisante; c'étaient des savants qui avaient étudié la colonisation dans les livres d'histoire et soutenaient que la France ne peut mener de front une politique européenne et une politique d'outre-mer; c'étaient des démographes qui, statistiques en main, démontraient que la natalité française décroît et ne saurait peupler les colonies quand elle ne suffit pas même à peupler la Métropole; c'étaient des financiers qui prétendaient que toutes les dépenses d'un pays fussent renfermées dans les limites du budget annuel, et qui condamnaient les colonies, grosses de crédits supplémentaires et menaçantes d'emprunts; c'étaient des industriels qui savent que chimiquement tout est dans tout, qu'un même produit peut se tirer de vingt substances différentes et qui prévoyaient dans les matières premières des colonies des concurrentes aux matières premières de la Métropole, concurrentes qu'il serait peut-être difficile d'écarter lorsqu'elles se présenteraient sous le couvert des couleurs nationales; c'était enfin un groupe formidable, inspiré presque uniquement par la politique, qui espérait accabler le parti adverse sous la question coloniale et avait adopté — argument suprême et qui résume tous les autres — que le Français n'est pas colonisateur.

Pas colonisateurs, ceux qui ont tiré de rien cette merveille de l'ancien régime, l'île de Saint-Domingue; pas colonisateurs, ceux qui ont laissé derrière eux cette population franco-canadienne, si estimable, si laborieuse, dont les États-Unis eux-mêmes redoutent la concurrence sur le marché du travail; pas colonisateurs, ceux qui ont, quoi qu'en puisse dire le grand administrateur et le grand écrivain, mon ami sir Alfred Lyall, inventé et inauguré aux Indes, sous Dupleix, la méthode grâce à laquelle les Anglais ont achevé peu à peu la conquête de toute la péninsule! Voilà cependant ce qu'on osait dire et imprimer. L'argument — cela est aujourd'hui hors de conteste — n'est pas sérieux. Personne ne l'admet, ni nos rivaux, ni nous-mêmes. Récemment, à Bruxelles, un professeur à l'Université d'Iéna, M. Anton, lisait, devant le Congrès Colonial, une étude sur la colonisation comparée de la France et de l'Angleterre au Canada et c'est à nous qu'il décernait le prix, à cause de nos méthodes et de notre justice.

La vérité, c'est qu'il importe, pour porter un jugement rationnel et équitable, de distinguer deux périodes dans notre histoire coloniale.

Vers 1750, la France était la rivale heureuse de l'Angleterre, et l'on se demandait alors qui des deux serait la grande puissance colonisatrice de l'avenir. Plus tard, les nécessités de sa politique continentale l'ont forcée à sacrifier ses colonies. De son admirable empire d'outre-mer, elle n'a gardé que des bribes. Un siècle plus tard, sous l'impulsion de grands esprits pleins de prévoyance, Gambetta, Ferry, Paul Bert, d'autres encore, elle a repris sa politique coloniale, et elle a bien su conquérir et se constituer un domaine, mais elle n'a pas su l'administrer et le mettre en valeur.

I

Cette impuissance spéciale, et, je me hâte de le dire, temporaire, elle ne se l'avoue pas, elle ne s'en doute pas encore. Mais cela éclate aux yeux clairvoyants. Et les causes en sont faciles à distinguer. Vous les pressentez déjà.

La France, propriétaire aux siècles précédents d'un admirable empire colonial, était, dans le même temps, en possession d'excellentes méthodes de gouvernement et d'administration. Quand le moment sera venu, je vous exposerai, sous les chapitres respectifs, notamment ses procédés de peuplement et de législation et vous verrez de quelle sagesse et de quelle prudence a fait preuve

notre ancien régime. Cette sagesse et cette prudence, on la retrouve presque jusqu'à la fin de la monarchie; oui, même aux pires époques, même sous Louis XV, même après l'abandon de nos plus belles possessions, même quand la politique coloniale fut sacrifiée, l'administration coloniale survivait encore avec ses grandes traditions. Puis la Révolution survient, les conseils du roi sont dissous, de nouvelles classes dirigeantes surgissent, de nouveaux problèmes s'imposent et toute cette sagesse, toute cette expérience qui s'était comme cristallisée dans les corps professionnels, notamment au Conseil d'État et au Conseil du Roi, tout cela s'évapore, et ne laisse rien derrière soi. Les idées s'envolent, les traditions s'évanouissent, le passé ne trouve plus à qui léguer ses richesses, et le jour où, à cent ans de distance, nous entendons reprendre la politique coloniale, nous ne savons plus où nous appuyer : les méthodes séculaires sont désapprises.

Voilà une première explication de nos tâtonnements actuels. En voici une seconde :

Ces méthodes, ces traditions d'autrefois, quand bien même elles eussent persisté jusqu'à nous, il eût fallu les modifier. Car les domaines coloniaux du régime nouveau diffèrent des domaines de l'ancien régime plus encore que la France d'aujourd'hui ne diffère de celle d'autrefois; nous n'avons plus à coloniser un Canada ni une Louisiane, habités par quelques tribus de Peaux-Rouges, ou à exploiter des Antilles, si peu peuplées au début, qu'il y fallut importer l'esclavage. Les problèmes qui se posent dans notre nouvel empire colonial sont tout autres que ceux qui se posaient dans l'ancien; en sorte que tout est à reprendre de la base au sommet; tout est à rapprendre; quelques-uns disent même : tout est à improviser.

Improviser : arrêtons-nous un instant à ce mot; ce n'est pas un mot de hasard, une expression de rencontre, c'est le résumé d'une doctrine. Cette doctrine a son excuse. Quand on a longtemps désiré une chose, on est pressé d'en jouir; tout ce qui retarde la jouissance semble une faute, tout ce qui la rapproche, une habileté ou un bonheur. La France, tardivement rentrée dans l'arène coloniale, ayant payé chèrement quelques-unes de ses conquêtes, n'a pas voulu perdre une minute avant de les mettre en valeur. Examinons un peu comment elle a agi dans la plupart de nos possessions nouvelles : la Tunisie, le Tonkin, le Congo, etc... A peine la guerre terminée, on y a passé soudainement à la colonisation; je veux dire qu'on a fait appel aux colons; on les a sollicités par des promesses et même par des faveurs, et l'on s'est, durant quelques années, bercé de l'espoir que la colonisation était effectivement en bonne voie et que l'on allait entrer dans l'ère des recettes. Sauf sur un point, — en Tunisie, — où l'on avait eu à la fois plus de prudence et plus de bonheur, on a jusqu'ici — comme il fallait s'y attendre — à peu près partout échoué. Pourquoi? Parce qu'on avait voulu improviser. On peut violenter les hommes, on ne violente pas les idées ni les faits : ils sont, ils demeurent, ils s'imposent. Or, dans les affaires coloniales, après la période de la conquête, doivent venir la période de la pacification, puis la période de l'outillage. Ces périodes, on peut les abréger à force de sagesse et d'habileté, on ne peut pas les supprimer. Vous appelez les colons, ils ne viennent pas; s'ils viennent par hasard, ils s'en retournent; s'ils persistent, ils risquent leur fortune et même leur vie. L'inespéré succès de quelques-uns ne rompt pas la règle : elle existe, elle nous mène.

Que faut-il donc faire? Il faut, non pas improviser, mais édifier patiemment l'œuvre de colonisation. Très rarement, l'expérience le prouve, les entreprises coloniales réussissent du premier coup. Elles tâtonnent, périclitent et souvent s'effondrent, pour se relever après. Le succès leur vient quand les méthodes ont été dégagées, les mœurs façonnées, les circonstances favorables préparées. Tant que cela n'existe pas, le succès est, à la rigueur, possible; il n'est pas probable. Et rien ne peut remplacer ces postulats du début, ni les expédients, ni ce que nous appelons l'art de se débrouiller, ni l'intelligence, ni le courage, ni l'argent, ni même le bon sens, ni même la ténacité. Là où les conditions requises font défaut, l'échec est prochain. On l'a bien vu, par exemple, dans la colonisation du Canada anglais. Durant la période 1830-1860, le Canada, sans voies de communication, avec un système de gouvernement très contestable, attirait cependant, par sa salubrité et l'abondance des terres disponibles, nombre de colons, et des colons de la qualité la plus désirable : Anglais et Écossais. Ils arrivaient, pleins de courage et de résistance, mais le terrain était mauvais, les circonstances contraires; ils travaillaient et luttaient en vain. De guerre lasse, ils passaient la fontière, s'établissaient aux États-Unis, physiquement et politiquement mieux outillés, et, du coup, les mêmes hommes, avec les mêmes qualités et les mêmes défauts, réussissaient : le milieu leur convenait, et eux-mêmes, après une expérience malheureuse, avaient mieux su s'y adapter.

Et notons que cette règle est d'une application à peu près universelle. Ce ne sont pas seulement les humbles de fortune et d'esprit qui y sont soumis; tous doivent passer sous le commun niveau, les plus hauts et les plus considérables. Rien, et sur aucun terrain, ne peut suppléer la science et

l'expérience. Voici un homme d'un talent considérable, l'évêque Oglethorpe; voici un homme de génie, Locke; l'un pour la Caroline, l'autre pour la Géorgie, ils rédigent une constitution : leur constitution ne fonctionne pas; elle est très inférieure à ce qu'inventent, à ce qu'adaptent sur place les plus humbles des paysans, une fois dégrossis par un séjour de quelques années dans leur patrie d'élection.

Conclusion : il faut s'adapter; il faut apprendre; ne nous flattons pas, ignorants, d'inventer, ou, savants, d'utiliser telles quelles nos connaissances importées d'ailleurs, j'entends de régions différentes des colonies. Étudions.

II

Le malheur est que le champ des études est immense. Le colonisateur, l'étudiant, en quelque branche que ce soit, des questions coloniales, ne peut pas limiter à son gré le domaine de ses recherches. Tout se tient, tout s'enchaîne, tout s'impose à lui. Il ne saurait prétendre être informé de ceci et demeurer dans l'ignorance de cela. Cette sélection lui serait fatale : il doit avoir des clartés de tout. A tout le moins il convient qu'il se sache, faute de préparation spéciale, insuffisant, et insuffisant sur tous les points. Dans le bagage de connaissances qu'il s'est constitué en Europe, pas une seule partie qui puisse être telle quelle transportée aux colonies. Tout doit subir une modification, une mise au point. La législation a besoin d'être adaptée, et le gouvernement, et les méthodes financières, la guerre, la marine, la médecine, l'agriculture, le commerce, l'industrie, l'éducation, la religion même. Étudier les choses coloniales, c'est étudier l'encyclopédie. N'espérez pas vous en tirer à moins; ne croyez pas qu'il soit des connaissances tellement universelles qu'elles puissent, immuées, embrasser le globe entier; des sciences tellement exactes qu'elles trouvent leur immédiate application sous toutes les latitudes. Cela n'est point; sans doute, la science exacte en Europe est exacte sous les tropiques; mais l'art d'application de cette science doit se plier à des conditions autres et varier ses procédés. Il y a à modifier l'instrument, il y a à changer le tour de main. L'ingénieur comme le chirurgien, le jurisconsulte comme l'industriel, sont tenus de se plier aux nécessités du milieu. Il existe à Batavia un observatoire météorologique; ses instruments sont ce qui existe de plus perfectionné à ce jour; le savant qui le dirige est un homme d'une conscience et d'une habileté reconnues. Durant des années, il a invariablement manqué certaines observations, faute d'un tour de main à acquérir. Il est en relations constantes avec ses collègues des Indes anglaises, qu'il a trouvés aussi désappointés que lui-même; entre eux, ils apprennent à corriger les méthodes importées d'Europe et à ajouter ou à retrancher le coefficient convenable. Ce qui est vrai en météorologie l'est dans toutes les branches. Tous les problèmes sont, aux colonies, posés, et doivent être résolus autrement qu'en Europe.

Voilà une première difficulté que rencontre l'étude des choses coloniales : l'infinie variété des connaissances à acquérir. En voici une seconde : l'infinie variété des sources à consulter.

La colonisation n'est pas un art né d'hier : il date de trois siècles; il ne s'est pas exercé sur un champ limité : le monde entier lui a servi d'expérience; il ne s'est pas révélé à un seul peuple : plusieurs, et des plus considérables, y ont été des apprentis ou des maîtres. En sorte que, pour étudier convenablement les questions coloniales, avec quelque chance de profit et de certitude, il faut étudier le passé et le présent, la colonisation dans l'histoire et la colonisation dans la vie, et l'étudier chez la plupart des peuples et sur la plus grande surface de l'Univers.

Et qu'on ne se laisse pas aveugler par les apparences présentes. Celui qui, voulant pénétrer dans les questions coloniales, imaginerait de les étudier dans l'époque contemporaine et de s'instruire seulement chez les peuples reconnus les plus habiles et les plus heureux, celui-là, assurément, ne dresserait pas un plan mauvais : la colonisation anglaise et la colonisation hollandaise lui apporteraient des enseignements infiniment précieux; mais il dresserait un plan incomplet. Il laisserait de côté les débuts si intéressants de la colonisation allemande et russe, et l'histoire, si pleine de leçons, de l'ancienne colonisation française, espagnole, portugaise, avec les tentatives diverses des Scandinaves, pour ne rien dire de la colonisation grecque, romaine, vénitienne et génoise.

Quelle erreur ce serait de croire que les peuples aujourd'hui entrés dans l'ombre n'aient pas de lumières à nous fournir, ou que les tard venus de la colonisation n'apporteront pas de solutions imprévues aux problèmes déjà résolus par nous! A Java, dans le magnifique jardin de Buitenzorg, quand vous demandez à voir les serres, c'est-à-dire le lieu de protection des plantes délicates, on vous fait voir des hangars où elles sont retirées à l'abri de la pluie. La serre, l'étuve européenne, c'est le jardin tout entier, inondé de soleil et baigné de vapeur. Solution imprévue pour le botaniste et l'horticulteur. De même, en matière coloniale; si, par exemple, en Russie, chez ce peuple si différent de nous et si jeune, vous vous informez comment on a réglementé et favorisé l'émigration, vous

verrez des règlements qui font tout pour la restreindre, bien que les émigrants russes ne quittent pas la terre de Russie et passent seulement de Russie en Sibérie. Solution imprévue pour le colonisateur. En sens inverse, qui étudierait, non pas les nouveaux colonisateurs, mais les anciens, y rencontrerait des solutions, discutables peut-être, mais à coup sûr des plus intéressantes, de quelques-uns des plus gros problèmes coloniaux. La politique coloniale espagnole, par exemple, a été surtout une politique religieuse. Sommes-nous bien sûrs qu'une politique religieuse agissante ne vaille pas une politique religieuse indifférente? En Algérie, la France; aux Indes, l'Angleterre; en Insulinde, la Hollande, s'interdisent d'influencer les croyances religieuses de leurs sujets. Et, en face de l'Islam, l'abstention est au moins prudente. Mais en face des autres confessions? Il ne serait pas difficile de prouver que la religion est le plus efficace véhicule de la morale, et que là où nous avons apporté aux peuples conquis cet agent de régénération, pour contrebalancer tant d'agents de destruction venus à notre suite, là seulement nous avons pu les sauver de la ruine et même de la disparition totale.

En vain, on dira que cela est contraire à la liberté de penser proclamée par nous. Ce qui est bon ici peut être mauvais là-bas. Et de cette vérité, les Espagnols ont fourni encore une preuve bien digne d'être méditée, quand ils ont, contrairement à toutes les habitudes européennes, adopté, pour les indigènes, le système de la minorité perpétuelle. Perpétuelle, c'est peut-être beaucoup, mais temporaire et ne cédant que devant des progrès constatés, résultats d'une lente éducation, cela semble sage. Et ceux qui savent ce que nous avons tenté en Algérie, quand, supprimant toutes les entraves, c'est-à-dire toutes les garanties, nous avons institué, sans succès d'ailleurs, avec l'état civil, la propriété individuelle, ceux-là ne me contrediront certes pas. Ni les Hollandais non plus, eux qui ont dénié à leurs indigènes le droit d'aliéner leurs terres au profit des Européens, des Arabes et des Chinois, et qui ne leur permettent même de les louer qu'avec l'agrément de l'Administration.

Ainsi donc, l'étude des questions coloniales devrait, pour être féconde, porter sur tous les lieux, sur tous les temps, sur tous les peuples. Rien ne serait plus instructif. Voici, par exemple, les Antilles. Il n'est pas une région sur laquelle on soit aussi bien documenté; il n'en est pas d'aussi riche en enseignements de tous genres. Aucune ne permettrait de mieux dégager les effets de la réglementation et de la liberté du commerce; aucune ne mettrait mieux en relief les phases successives et fatales de la destinée des colonies tropicales. Voici encore la question de l'esclavage : quelle institution a plus profondément agi sur les mœurs et la vie des nations? Quelle révolution peut se comparer à l'admission et à la suppression de l'esclavage? Quelle étude passionnante au point de vue politique, économique, philanthropique! Toutefois, dans notre enseignement, il nous faut nous résigner à laisser de côté des questions si attachantes. Nous sommes, nous devons être de notre époque et distribuer notre temps, selon l'importance, entre les choses du passé et celles du présent.

III

Ce sera là notre critérium pour délimiter notre domaine et arrêter notre programme. Avant d'en commencer l'étude il n'est pas superflu de déterminer notre méthode. Cette méthode, à vrai dire, nous n'aurons pas à l'inventer : ce sera celle des sciences physiques et naturelles, non pas dans la série intégrale de leurs procédés (car certains procédés nous sont interdits, notamment l'expérience instituée), mais dans leur procédé principal: l'observation, base des sciences biologiques, et qui, observation du présent et observation du passé, sera la base de la science coloniale.

C'est dans cet esprit que nous aborderons l'étude de la colonisation, et cela nous conduira tout d'abord à prendre certaines précautions qui rendront nos travaux moins sujets à l'erreur et nous garderont des conclusions imprudentes.

Je dis cela pour moi et je le dis pour vous. Je ne pourrai, dans le nombre de leçons qui m'est imparti, agir puissament sur vos esprits par la science communiquée ; le besoin de clarté et de profondeur tout à la fois qui caractérise l'enseignement de cette École interdit au professeur d'aborder trop de sujets; il ne s'agit pas d'effleurer, mais de pénétrer ; par suite, le professeur omet, il est forcé d'omettre quantité de questions dont il lui est parfois difficile de déclarer qu'elles le cèdent en intérêt à celles qu'il a abordées. Son action est par là même diminuée. Mais, ni ici ni ailleurs, l'éducateur ne doit prétendre tout enseigner; son rôle se borne à reconnaitre le domaine de la science, à le décrire dans son ensemble, à signaler l'importance des parties respectives, puis, à titre d'exemple, à étudier plus profondément une ou plusieurs de ces parties. Ce faisant, il vous aura rendus à peine plus savants; mais, à moins qu'il lui ait manqué la flamme communicative, il vous aura rendus infiniment plus curieux et plus aptes à satisfaire vos curiosités. Les idées jetées, même en passant, germeront dans les esprits; quelque jour, à votre insu, s'éveilleront dans votre esprit des goûts, des désirs, des impatiences; quelques-uns d'entre vous

voudront poursuivre seuls, et par des voies nouvelles, les études menées ici en commun sur la route accoutumée. C'est pour ceux-là (et puissent-ils être un jour nombreux ! à ces vocations suggérées je mesurerai, quant à moi, la portée de mon enseignement), c'est pour ceux-là plus tard et pour nous-mêmes aujourd'hui, que je tiens à formuler quelques observations critiques sur nos procédés de travail.

La science doit être abordée avec un esprit vraiment scientifique. Dans ma pensée, ces mots impliquent deux qualités : la sérénité de l'esprit et l'esprit de méthode. Pas de passion, pas de préjugés, pas de préjugés nationaux, pas de préjugés de partis. Ne dénaturons pas; tâchons, au contraire, de pénétrer le sentiment d'autrui. Soyons des contradicteurs, s'il y a lieu, des adversaires jamais. Rendons-nous indépendants; ne nous laissons pas être prisonniers de nos opinions. Un savant n'a pas d'opinions. Il a des doutes ou il a des certitudes. Les doutes doivent le conduire aux hypothèses, puissant instrument d'investigation; ces hypothèses peuvent, après des observations nombreuses, s'élever à la dignité de règles et de principes. Mais avant de conférer à une pratique, même prolongée, même heureuse, la qualification de règle ou de principe, soyons prudents. Gardons-nous de nous prononcer à la légère. Interrogeons, avant de conclure, à la fois le temps et l'espace, crainte parfois de prendre pour le terme d'aboutissement ce qui n'est qu'un moment dans l'évolution, ou pour une pratique définitive ce qui n'est que la réaction et, pour parler plus scientifiquement, que la contre-épreuve d'une pratique antérieurement admise.

Je veux illustrer ma pensée par un ou deux exemples.

Un Européen quitte la Métropole et va se fixer aux colonies. Ses droits politiques sont ou seront déterminés par la loi. Si nous avons à faire la loi, comment la ferons-nous? Consultez un colon français ou espagnol : il vous dira que les droits politiques font partie de l'état de l'homme et qu'en quelque lieu qu'il voyage ou qu'il séjourne, ces droits doivent lui rester acquis. Partant, citoyen français en France, citoyen espagnol en Espagne, il prétend être citoyen dans les possessions d'outre-mer et y exercer tous les droits ; de là, institution, dans les colonies, de conseils municipaux, de conseils généraux, et représentation de ces colonies dans le Parlement ou aux Cortès.

Et remarquez que cette thèse est défendable. Il y a eu et il y a présentement nombre de publicistes anglais, de Merivale à sir George Bowen et à sir Charles Dilke, qui la défendent et voudraient l'introduire dans l'Empire britannique. C'est celle, *mutatis mutandis*, de l'ancien régime. Nos rois, à la suite de Richelieu, prétendant fonder de nouvelles Frances, les organisaient sur le plan de l'ancienne. Les colons emportaient avec eux les institutions de la patrie, la loi française, c'est-à-dire ordinairement la Coutume de Paris, avec le régime féodal et toute l'organisation, droits et devoirs, qu'il comportait. Nous n'avons fait, à deux siècles de distance, que reprendre cette tradition.

Avons-nous eu raison? C'est une question à discuter plus tard. Mais, quelque respect que nous ayons pour la tradition, disons tout de suite que les circonstances sont si différentes que la même solution ne devait pas pouvoir s'appliquer dans les deux cas. En regard de cette solution unifiée, mettons la solution qui a prévalu en Angleterre. En Angleterre, comme chez nous, la thèse qui fut d'abord soutenue, était que l'Anglais, où qu'il soit, est et reste *civis britannicus* et, par conséquent, a droit à la franchise. Hobbes, à la vérité, démontrait l'inanité de cette prétention, mais sa réfutation ne fut admise par personne dans le monde politique et, en conséquence, la théorie de la franchise triompha partout et toutes les colonies reçurent des constitutions uniformes, ou peu s'en faut, qui admettaient le citoyen anglais à l'exercice des droits politiques. Peu à peu cependant, une réaction se produisit. A la notion de droit se mêla la notion d'utilité; on se demanda si ce qui est avantageux ici est nécessairement avantageux là.

Le respect des droits de l'individu se combina avec le souci du bien général, et, peu à peu, il se dégagea des solutions d'espèce. De là, cette variété, devenue classique, dans les constitutions anglaises, variété maintenue de nos jours aussi rigoureusement que jamais. De là aussi, sur un terrain tout voisin de celui-ci, la fameuse phrase dans la constitution que Napoléon à Sainte-Hélène dictait au général de Montholon, un mois avant sa mort : Section VI — article unique : « Les colonies sont régies par des lois spéciales. »

Vous voyez combien d'éléments et empruntés à combien d'époques et de nations différentes doivent être mis en présence, avant qu'on puisse songer à dégager une solution même relative. Même dans l'histoire coloniale d'une seule nation, on rencontre sur les points les plus importants des solutions nettement contradictoires, qui sont une cause nécessaire d'erreur, si l'on ne possède pas la connaissance de l'entier développement et des phases successives d'une même question. Voici, par exemple, un problème d'un intérêt primordial : Quelle quantité de liberté et d'indépendance, dans le Gouvernement et l'Administration, la Métropole devra-t-elle laisser à ses colonies? Eh bien, l'Angleterre, qui a la première

posé le problème, l'a, suivant les époques, résolu de bien des façons différentes. Au début, elle a permis à ses colonies de se gouverner comme elles l'entendaient, ne leur demandant que deux choses : accepter certaines restrictions commerciales et lui coûter le moins possible. Ç'a été le système du XVIIe et du XVIIIe siècles. Plus tard, elle l'a complètement renversé. Elle leur a laissé toute liberté sur le terrain économique, elle a consenti en leur faveur des sacrifices pécuniaires considérables, mais, en revanche, elle a retenu le droit de les gouverner à sa guise. Ç'a été le système de la première moitié du XIXe siècle. Enfin, aujourd'hui et depuis près de quarante années, elle leur a concédé de grandes libertés politiques et, dans l'ordre économique, elle vise actuellement, par une entente intercoloniale, par ce qu'on appelle fédération impériale, à assurer à toutes les parties de l'Empire britannique, à l'exclusion du reste du monde, un traitement de faveur.

Voilà, je l'espère, bien nettement dégagée, après ces exemples, l'une des premières règles critiques qui s'imposent à nous : ne pas nous laisser influencer par des décisions d'espèce, ne pas prendre pour des lois éternelles des solutions purement temporaires, pour des principes invariables des pratiques soumises encore à l'expérience et à la discussion.

IV

Il est une seconde règle qui n'est pas de moindre conséquence : se défier de ce qu'on appelle l'autorité d'exemple. De ce qu'une nation, connue par ses succès dans les entreprises coloniales, aura préféré telle solution, il ne s'ensuit pas que cette solution puisse être recommandée ailleurs et en toute circonstance. C'est d'abord une grave erreur de méthode que de prétendre importer dans un pays donné les procédés adoptés par tel autre. Pour qu'ils soient applicables avec succès, il faut une grande ressemblance, presque l'identité dans les circonstances externes et internes. Or, cela ne se rencontre jamais. Le raisonnement dit *a pari* est un raisonnement dangereux : on n'y doit recourir qu'avec prudence. A la raison de scrupule scientifique s'en joint une autre : la raison d'opportunité. A vouloir guider la nation par l'exemple des voisins, on risque d'indisposer l'opinion. On la met en défiance et en rébellion même contre les résultats les mieux prouvés; on l'écarte du chemin où l'on souhaite l'engager. Le Professeur Gneist, dans la préface de son grand ouvrage sur la Constitution anglaise, rapporte que les docteurs en droit constitutionnel avaient, à toujours vanter l'excellence de cette Constitution, exaspéré le Landtag prussien et qu'à la fin on ne pouvait même plus prononcer le mot Angleterre sans soulever des ricanements ironiques : « Ah! oui, l'Angleterre, admirable, merveilleux, c'est entendu! » Le préjudice qui résulterait pour nous d'un pareil état d'esprit, si nous commettions la faute de le provoquer par d'imprudentes glorifications, serait considérable. L'Angleterre et la Hollande et même d'autres nations ont beaucoup à nous enseigner et ce serait un grand malheur si, par l'excès d'inopportunes louanges, cet enseignement devait nous être fermé ou nous devenir inutile. Pour parer à ce danger, le savant, le publiciste, l'étudiant, sans renoncer à introduire chez nous les procédés et la politique de nos concurrents, toutes les fois qu'ils y verront un avantage, devront s'efforcer de les légitimer par des raisons de logique et de bon sens et non pas par la seule autorité de l'exemple invoqué.

Il ne faudrait pas toutefois que la crainte de ce mal nous fît tomber dans un pire, qui s'appelle le chauvinisme. Le chauvinisme n'est pas, comme on affecte de le croire, un mal uniquement français ; il est le mal de toutes les nations; il a un nom dans toutes les langues. C'est une sorte de complaisance du pays pour ses propres opinions, un aveuglement sur ses préjugés, une estime injustifiée de sa conduite et même de ses erreurs. Rien n'est plus contraire à l'étude sincère et réfléchie des choses. Dans ces problèmes de colonisation, où l'on est à peu près assuré de se heurter à l'exemple ou parfois à la rivalité des étrangers, le chauvinisme serait le plus triste conseiller.

Au premier rang de ceux qu'il appelle d'abord ses rivaux et bientôt ses adversaires, il rencontrera l'Angleterre. L'Angleterre, nation prodigieuse de hardiesse et de ténacité, et qui mérite, par de hautes qualités morales, son exceptionnelle fortune, a deux tares qui pèseront sur le jugement définitif que l'Histoire portera d'elle et qui influencent déjà l'opinion des contemporains : un amour immodéré de ce qui n'appartient à personne et parfois même de ce qui appartient à autrui, et une certaine ingéniosité perverse pour étayer sur le droit des prétentions iniques. Il en résulte que l'opinion du monde ne lui est pas favorable et que, déformant un vers célèbre, on peut dire avec quelque justesse que, sur le terrain extérieur et surtout colonial, tout peuple a deux ennemis, le sien et l'Angleterre.

Ne permettons pas que ce jugement nous pousse à l'anglophobie et, ce qui est pire au point de vue scientifique, à une interprétation erronée, en matière coloniale, des actes et des motifs d'agir de l'Angleterre. Veillons, au contraire, soigneusement sur nous-mêmes et rendons-lui une justice plus

exacte qu'à tout autre; sans quoi la science souffrira de nos jugements passionnés et nous en souffrirons nous-mêmes avec la science. Voici, par exemple, la grosse question de l'esclavage. La France a, la première, pris l'initiative de l'abolition de l'esclavage, mais c'est assurément l'Angleterre qui a mené la campagne abolitionniste avec le plus de persévérance. Or, les ennemis de l'Angleterre remarquent que cette abolition devait lui être moins préjudiciable qu'à aucune autre nation. Elle avait, pour son émigration d'hommes et de capitaux, des territoires illimités : le Canada, l'Australie, le Cap, où le travail noir était inutile; là où l'emploi du nègre s'imposait, elle pouvait le remplacer par des travailleurs empruntés à l'inépuisable réserve de l'Inde. Aucune autre nation ne se trouvait dans une position aussi avantageuse. De là à conclure que l'Angleterre était guidée dans sa campagne abolitionniste par le désir surtout d'embarrasser ses rivaux, il n'y a qu'un pas. Et un ministre des Colonies, le comte Grey, dans son *Histoire de la politique coloniale de lord John Russell*, déclare positivement que l'Angleterre ne mit un tel acharnement à poursuivre l'abolition que parce qu'elle vit que les autres nations esclavagistes n'avaient pas suivi l'exemple donné par elle. Voilà une déclaration nette et des apparences rassurantes pour qui voudrait condamner l'Angleterre. Mais ce ne sont que des apparences. Ceux qui connaissent bien l'histoire et le tempérament anglais ne peuvent nier que cette longue campagne abolitionniste ait tenu au cœur de l'Angleterre, qu'elle-même en ait beaucoup souffert et qu'elle se soit décidée par des motifs de haute philanthropie, qui risquent de paraître inconciliables avec l'âpreté de ses prétentions, mais néanmoins sont très puissants dans ce pays, et purs de tout alliage de dissimulation ou d'hypocrisie.

Au surplus, l'étude des questions coloniales, si elle pousse au développement du chauvinisme, apporte elle-même son correctif. Elle permet de dégager une vérité de l'ordre le plus satisfaisant, je veux dire l'étroite communauté d'intérêts qui relie, qu'elles le veuillent ou non, les nations colonisatrices. Cette communauté, l'économie politique déjà nous l'avait révélée, la science coloniale la rend manifeste. Prenez, par exemple, les nations colonisatrices qui ont des sujets musulmans. Bon gré mal gré, elles sont, dans une certaine mesure, solidaires les unes des autres. Sans doute, les musulmans savent juger leurs maîtres respectifs et, quand le pèlerinage de La Mecque les rassemble, ils se font, durant les longs entretiens du soir, part de leurs impressions. C'est ainsi que M. Snoucke-Hurgronje, le savant hollandais, conseiller du vice-roi pour les affaires indigènes, put, durant son séjour à La Mecque, entendre ses compagnons de voyage et d'étude classer les puissances européennes islamistes par ordre de mérite et de sympathie : la Russie d'abord, puis la Hollande, puis la France, puis l'Angleterre. Mais si les plus clairvoyants font de ces distinctions, la masse n'en fait guère. Pour eux, tout l'Islam est ligué contre tout l'Occident et l'événement qui inquiète les consciences sur un point ne peut les laisser indifférentes sur d'autres. En sorte que toutes les puissances qui ont des sujets musulmans peuvent être et sont effectivement atteintes par la politique que suit chacune d'elles et ne peut prétendre s'en désintéresser.

Il serait facile de signaler d'autres cas de cette solidarité forcée : dans la politique, par exemple, des Européens en Chine et dans tout l'Extrême-Orient, dans leur attitude, en Afrique, envers certaines races réparties entre les diverses dominations, etc., etc. La science coloniale doit être informée de cette action réciproque et tenir pour fâcheuse toute rivalité internationale qui prend la forme, plus ou moins nette, d'hostilité.

V

J'en aurais fini, avec ces indications préliminaires, qui s'adressent à moi autant qu'à vous-mêmes, si je ne croyais vous devoir un dernier conseil qui, celui-là, ne concerne plus que vous.

Vous n'êtes presque plus des étudiants; plusieurs d'entre vous sont déjà entrés dans la vie; vous serez bientôt des citoyens, des administrateurs, des hommes d'État. Vous avez, vous aurez de plus en plus des idées et des convictions, vous les soutiendrez, vous les défendrez; vous écrirez; vous connaîtrez les joies de la recherche, le tourment de la forme et la fatigue délicieuse de la création. Je souhaiterais avoir pris sur vos esprits assez d'influence pour que votre activité se tournât vers les choses coloniales. Je ne sais ce qu'en France produira d'ici un siècle le mouvement d'expansion aux débuts duquel nous assistons; mais, quoi qu'il advienne chez nous, soyez persuadés que rien dans le monde d'aussi considérable ne s'est produit depuis le xve siècle. C'est un phénomène dont vous ne pouvez vous exagérer la portée. En marchant de ce côté, vous marchez à la lumière.

A ceux d'entre vous qui écriront, je ne saurais trop conseiller d'écrire dans un esprit vraiment scientifique. Ne vous complaisez pas aux généralisations imprudentes. N'allez pas grossir le nombre des thèses à affirmations, des manuels ambitieux ou des brochures à emporte-pièce.

La littérature coloniale de la France est pauvre, elle est même indigente. Et cependant, si l'on

compte les volumes au lieu de les peser, elle est innombrable. C'est que chacun a écrit de passion, au jour le jour, au gré de ses impressions ou de ses intérêts; chacun a abrité son plaidoyer derrière des idées lancées on ne sait quand, venues on ne sait d'où et qui ont, malgré cet anonymat et peut-être à cause de cet anonymat, reçu droit de cité et font autorité. Il importe, aujourd'hui que les colonies vont avoir une telle importance dans la vie nationale, de rejeter ce bagage frelaté, de contrôler les idées en circulation, de vérifier les règles, de peser les principes. Pour cela, il faut tout reprendre *ab ovo* et aborder courageusement la méthode monographique, en s'interdisant d'ici à longtemps les conclusions générales. Le champ est vaste. Le monde et l'histoire s'offrent à vous. Décrire ce qui est, sonder ce qui a été, relier aujourd'hui à autrefois, rétablir la chaîne des idées et des conceptions, faire le tableau des entreprises et des espérances, des déceptions et des résultats, montrer le présent sortant du passé, la science naissant de l'empyrisme, tenter, dans l'ordre de nos études, ce qu'a réalisé l'illustre Berthelot quand il a rattaché l'Alchimie à la Chimie, en un mot, préparer, avec abnégation, les documents sur lesquels, dans un demi-siècle, dans un siècle peut-être, on échaffaudera des généralisations sans doute encore prématurées, quel rôle fécond et quelle occasion de nobles jouissances!

Toutefois, avant de vous lancer, il convient d'assurer votre direction et de vous munir de guides, j'entends de guides spirituels. La littérature coloniale n'a peut-être pas de grands esprits qui lui appartiennent en propre; mais elle détache, des œuvres complètes des plus grands hommes, certains chapitres qui lui sont spécialement consacrés. Lisez donc les chapitres spéciaux de la Politique d'Aristote, de l'histoire grecque de Grote ou de Curtius, de l'histoire romaine de Mommsen ou de Duruy, lisez de Bacon le petit traité *On plantations*, lisez dans A. Smith le chapitre consacré aux colonies; lisez même J.-B. Say, quoique le spectacle qu'il avait sous les yeux et le défaut de connaissances spéciales l'aient amené à des appréciations parfois erronées; lisez encore Stuart Mill et l'*Ancien droit* de sir Henry Maine, et l'ouvrage célèbre de Georges Cornewall Lewis, *Governement of Dependencies*, et celui de Heeren, *History of the Political System of Europe and its Colonies;* et le livre utile de Merivale, *Colonies and Colonisation*, et celui, plus moderne et plein de faits, de M. Paul Leroy-Beaulieu. Ainsi munis, vous pourrez vous aventurer parmi les bibliographies spéciales; ne craignez point de vous égarer, les grands génies, Aristote, Bacon et Adam Smith vous auront donné des directrices suffisantes. Allez de l'avant.

Vous rencontrerez bien des obstacles dans vos recherches, bien des causes d'erreur. Les hommes politiques, qui ne voient jamais qu'un côté d'une question, les pamphlétaires, qui taisent toujours une partie de la vérité, les explorateurs, les marins, qui passent une heure ou un jour, examinent en courant et parfois courent sans examiner et reviennent gonflés d'affirmations audacieuses, comme s'ils avaient vécu des années dans le même lieu, — témoin l'illustre capitaine Cook et son erreur fatale à Botany-Bay en 1787, — tous sont autant d'ennemis de la sincérité et de l'exactitude de vos travaux. A vous de redoubler de vigilance et de pénétration.

Vous vous heurterez encore à d'autres difficultés : en Angleterre, à une profusion de documents officiels, d'où vous aurez peine à vous dépêtrer; en France, à une indigence de publications et à un secret des Archives qui n'est pas fait pour faciliter vos recherches, au moins dans la période contemporaine. Peu importe, le vrai zèle scientifique triomphe de tout.

En ce qui concerne la France, au reste, cet amour du mystère n'est qu'une maladie temporaire; nous en serons assurément bientôt guéris. Nous avons voulu tout cacher, tant que nous n'avions rien de satisfaisant à montrer. Mais voici qu'approche l'heure de la récolte; bientôt nous aimerons assez que l'on puisse compter nos gerbes.

Dans les périodes antérieures et même dans certaines parties de la période contemporaine, vous vous apercevrez que la France a été très peu connue et souvent, très souvent calomniée. Vous la ferez connaître et vous la vengerez. Allez au fond : notre pays a plus d'une page et plus d'un trait de caractère dont il peut être fier. Sans doute, il a manqué souvent de méthode et avancé à l'aveuglette. Mais vous rencontrerez à chaque pas, et dans le passé et dans le présent, la trace de sa générosité. Sa politique envers les indigènes est ordinairement un modèle de bonté, si ce n'est un modèle de sagesse. Le ciel nous a fait une grâce : il ne nous a pas donné ce qu'on appelle la morgue; nous demeurons presque insensibles aux questions de race; nous estimons que les créatures de Dieu se valent à peu près toutes, et, tandis que d'autres auront eu pour mission de hausser le type moyen de l'humanité en ne laissant survivre que les mieux doués, la nôtre aura consisté à offrir aux plus faibles un peu de notre force, aux plus rudes un peu de notre grâce, aux moins séduisants un peu de notre amour. De tout ceci, vous constaterez l'effet à travers les âges et les lieux. L'étude de la colonisation n'est pas faite pour attrister notre patriotisme.

Joseph Chailley-Bert,

Professeur à l'École des Sciences politiques,
Secrétaire général de l'Union Coloniale française.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Andrade (Jules), *Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Rennes.* — **Leçons de Mécanique physique.** — *1 vol. in-8° de 416 pages. (Prix : 10 fr.) Société d'Editions scientifiques. Paris,* 1898.

En parcourant les premiers chapitres de ce volume, consacrés à une discussion détaillée des bases de la Mécanique rationnelle, le lecteur, préoccupé d'acquérir le plus vite possible les principes utilisables et d'aborder les applications, sera tenté de repousser le livre avec quelque effroi. Il aura tort, car un peu plus de persévérance lui aurait fait trouver, toute proche, une théorie assez complète de l'Hydrodynamique, de l'Elasticité et même de la résistance des matériaux.

A qui s'étonnerait de rencontrer, réunies en si peu de pages, des questions qui ne voisinent point d'ordinaire aussi librement, l'auteur répondrait sans doute qu'il n'a pas voulu faire un cours de Mécanique proprement dite : son ouvrage s'adresse à ceux qui, sachant déjà la Mécanique, veulent réfléchir avec lui sur la façon dont elle a été construite, sur les hypothèses qu'elle exige, en général sur les questions qui touchent à d'autres sciences et restent ainsi un peu en dehors des études limitées à des programmes précis.

Dans un article récent de ce cette *Revue*[1], M. Poincaré présentait les trois systèmes imaginés pour donner aux principes de la Mécanique une netteté satisfaisante et montrait qu'aucun d'eux n'échappe à toute objection. M. Andrade fait au système classique des reproches d'une autre nature. Le point qui l'a frappé, ce sont les incertitudes inévitables dans la définition et la mesure du temps, l'impossibilité où nous sommes d'apercevoir autre chose que des mouvements relatifs et, comme conséquence, l'effort d'abstraction nécessaire pour en déduire les lois qui conviendraient aux mouvements absolus, en d'autres termes le manque de bases sensibles pour une conception claire de l'inertie. En reprenant une idée de Reech, M. Andrade explique comment il est facile d'éviter la plupart de ces difficultés. C'est l'objet de ses premières leçons.

Les chapitres suivants contiennent les résultats principaux obtenus en Hydrodynamique, dans la théorie de l'Elasticité et de la résistance des matériaux. Au sujet des équations de l'Hydrodynamique, Cauchy a publié d'importants théorèmes, longtemps restés presque inconnus et remarqués seulement à une époque assez récente. L'auteur leur donne, avec raison, une place dans son exposé.

Le volume se termine par de nombreuses notes, dans lesquelles M. Andrade étudie notamment la stabilité de l'équilibre et ce qu'il appelle la *composition des stabilités*, enfin les rapports que le théorème relatif à la composition des forces concourantes peut avoir avec le postulatum d'Euclide. Au point de vue purement spéculatif et logique, il est évident que cette dernière question mérite d'être examinée. Elle l'a été déjà par plusieurs auteurs, notamment par Daviet de Foncenex et par M. Genocchi (Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Turin, 1877). M. Andrade la reprend avec des procédés nouveaux et simples et conclut à l'indépendance des deux postulatum.

En résumé, les personnes qui attachent quelque prix aux principes des Sciences, et sont curieuses de philosophie naturelle, trouveront dans les *Leçons de Mécanique physique* de M. Andrade un ensemble aussi intéressant que varié.

R. Liouville,
Ingénieur des Poudres et Salpêtres.

[1] H. Poincaré : Les idées de Hertz en Mécanique dans la *Revue* du 30 septembre 1897.

Mach (Ernst), *Professeur à l'Université de Vienne.* — **Die Mechanik in ihrer Entwickelung, historisch-kritisch dargstellt.** — *1 vol. in-12 de la Bibliothèque scientifique internationale, de 505 pages avec 250 figures. Brockhaus, éditeur. Leipzig,* 1897.

La Mécanique a ceci de particulier que les vérités dont elle s'occupe, entièrement fondées sur l'expérience, ont à la fois un caractère si précis et si général qu'elles prennent la forme de vérités mathématiques. Les maîtres n'en sont pas dupes, mais les élèves s'y trompent. Les vérités les plus générales leur sont enseignées comme des axiomes presque abstraits, sur lesquels il suffit dès lors de construire un échafaudage dont la seule condition d'existence est une logique rigoureuse.

Ce n'est pas sans peine que, plus tard, on arrive à reconnaître la véritable essence des principes de la mécanique. Mais s'il est une étude qui puisse faciliter l'intelligence plus complète de leur nature, c'est assurément celle de leur découverte, de leur développement, et des discussions auxquelles ils ont donné lieu.

C'est cette genèse des idées sur lesquelles est fondée la Mécanique que nous donne M. Mach, dans cet ouvrage rempli de documents historiques, classés logiquement, soigneusement discutés, et formant faisceau autour des principes généraux qu'ils servent à étayer.

L'ouvrage débute par l'étude de la Statique : le levier, le plan incliné, la composition des forces, le principe des déplacements virtuels sont tour à tour discutés et rapportés à d'ingénieuses expériences imaginées pour les démontrer.

La Dynamique nous amène aux travaux de Galilée, de Newton, d'Huyghens, au principe de l'action et de la réaction et à la notion de la masse.

Les idées fondamentales sont alors acquises, le reste en est le développement logique, que l'auteur nous montre dans un autre chapitre consacré aux lois plus spéciales de la conservation des quantités de mouvement, de la force vive, au principe de d'Alembert, à celui de la moindre action et au principe d'Hamilton.

Ici, le livre pourrait être clos; les idées ont été suivies de leur origine à leur complet développement; mais il est intéressant d'indiquer les formes diverses sous lesquelles elles ont été mises. D'une part la conception élégante de la Mécanique analytique de Lagrange, d'autre part, ce qu'on pourrait nommer les verrues de cette science, les préoccupations mystiques, que deux siècles de travail réussirent seulement à déraciner. C'est ainsi que Otto de Guéricke, dans un livre paru à la fin du XVIIe siècle, s'occupe de rechercher la position géographique du Ciel et de l'Enfer avant d'indiquer les résultats de ses recherches sur le vide.

On est surpris, en revanche, de voir le rôle joué dès les débuts par des principes généraux que l'on serait tenté de croire postérieurs aux idées particulières. Ainsi, l'impossibilité du mouvement perpétuel, reconnue dès le XVIe siècle, a servi à établir les lois du plan incliné, puis les principes de l'Hydrostatique.

Tout cela est intéressant à titre de document sur le développement général de l'esprit humain.

La tendance actuelle de l'enseignement de la Mécanique semble être un léger et salutaire retour à la conception expérimentale. Les lecteurs de l'excellent ouvrage de M. Mach en deviendront des adeptes fervents.

Ch.-Éd. Guillaume,
Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.

2° Sciences physiques

Bouasse (H.), *Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Toulouse.* — **Sur la torsion des fils fins.** — (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) 1 *vol. in-8° de 64 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1897.

Depuis longtemps déjà d'illustres géomètres ont édifié des théories de l'Elasticité, et de nombreux expérimentateurs, qui comptent parmi les plus habiles, se sont attachés à résoudre quelques-unes des multiples questions que l'on rencontre dans ce sujet; cependant encore les constructions établies sur ce domaine s'appuient sur des fondements mal connus, et les bases manquent de solidité. S'il est vrai que la Thermodynamique permet de nos jours d'étudier d'une façon plus synthétique un chapitre si important de la Physique, il n'en reste pas moins très important d'examiner de près les hypothèses sur la constitution des corps, qu'admettent les théories mécaniques de l'Elasticité.

C'est ce qu'a fait M. Bouasse dans son beau travail, pour un point particulier du moins, en étudiant, avec la pénétration d'un rare esprit scientifique, la torsion des fils fins. Comme le dit l'auteur, son mémoire est un commentaire des recherches classiques de Coulomb sur le sujet. Par ses vues théoriques et par ses expériences, Coulomb avait été amené à conclure que « les parties intégrantes d'un métal ont une élasticité qu'on peut regarder comme parfaite (c'est-à-dire que les forces nécessaires pour comprimer ou dilater ces parties intégrantes sont proportionnelles aux dilatations ou compressions qu'elles éprouvent), mais qu'elles sont liées entre elles par la cohérence, quantité constante et absolument différente de l'élasticité »; et, ajoutait-il, ce qui prouve qu'il faut distinguer la cause de l'élasticité, de l'adhérence, c'est qu'on peut faire varier la cohérence à volonté par le degré de recuit, sans altérer pour cela l'élasticité.

M. Bouasse a fait construire un appareil établi avec tous les soins que l'on sait apporter de nos jours aux instruments de haute précision; le fil à étudier est installé dans des conditions de parfaite stabilité, il est toujours fixé d'une façon identique, la mesure des couples de torsion se fait avec une sorte de dynamomètre bifilaire, les rotations sont examinées optiquement. Pour recuire le fil, l'auteur se sert d'un courant électrique qui l'échauffe en le traversant; malheureusement il n'est guère possible de connaître la température à laquelle le fil a été ainsi porté (le passage du courant ne peut-il pas produire d'ailleurs d'autres modifications moléculaires?), et M. Bouasse énonce simplement le recuit du fil par l'intensité du courant en ampères et sa durée en secondes.

On ne saurait ici suivre l'auteur dans le développement logique de son mémoire, où l'expérience est guidée à chaque pas par de précises considérations mathématiques; toutes les questions bien analytiquement posées sont étudiées avec ordre et méthode, et, en résumé, M. Bouasse arrive à cette conclusion, qu'au moins pour le platine, la seule manière de construire une théorie de l'Elasticité, applicable aux déformations petites, est d'introduire des liaisons non rigides entre les particules intégrantes (supposées parfaitement élastiques et dont les déformations sont proportionnelles au couple), et la variable indépendante temps.

Le mémoire de M. Bouasse doit être considéré comme un premier chapitre d'une étude plus importante; il est évident que des résultats trouvés seulement pour le platine ne sauraient suffire à édifier une théorie générale; des déformations autres que celles étudiées doivent aussi être examinées. Mais l'auteur nous promet une suite à son travail, et l'extrême finesse, la remarquable profondeur de vue dont il a fait preuve, nous permettent d'espérer qu'il fournira un jour une base solide pour la construction d'une théorie tout à fait satisfaisante de l'Elasticité.

LUCIEN POINCARÉ,
Chargé de Cours à la Sorbonne.

Seyewetz (A.), *Chef des Travaux à l'Ecole de Chimie industrielle de Lyon*, et **Sisley** (A.), *Chimiste-coloriste.* — **Chimie des Matières colorantes artificielles** (2°, 3°, 4° *et* 5° *fascicules*). — 1 *vol. in-8° de 822 pages.* (*Prix : 30 fr.*) *G. Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1897.

Comme de nombreux auteurs se sont efforcés de le démontrer récemment, la Chimie en général et l'industrie des matières colorantes en particulier se trouvent en France dans un état d'infériorité incontestée. Il est donc de notre devoir de signaler aux lecteurs de la *Revue générale des Sciences* les efforts qui se font actuellement pour relever le niveau de cette industrie qui fut jadis une industrie nationale.

Nous avons déjà parlé, lors de son apparition, du premier fascicule du livre de MM. Seyewetz et Sisley, fascicule consacré aux matières azoïques. L'ouvrage, complet à l'heure actuelle, se compose de cinq livraisons formant un volume de plus de 800 pages.

Au sujet des matières colorantes hydrazoniques, dont la *tartrazine* reste toujours le type, les auteurs insistent tout particulièrement et avec raison, selon nous, sur les analogies existant entre les hydrazines et les composés oxyazoïques.

Rappelons, en parlant des colorants nitrosés du type de la *chlorine*, que MM. Seyewetz et Lumière en ont fait récemment une étude toute spéciale, montrant les propriétés développatrices du produit de réduction de la *chlorine* et appliquant ce dernier à la technique photographique.

Les dérivés de l'anthracène avec l'alizarine ou garance artificielle et les nombreux représentants des oxyquinones sont analysés avec de nombreux détails.

On est frappé, à la lecture de ce chapitre, de voir que ces couleurs qui, en 1868, ne comptaient qu'un seul représentant, l'alizarine de Graebe et Liebermann, possèdent actuellement toute la gamme des tons : du jaune (*galloflavine*) au rouge (*alizarine*) et au violet (*cyanines*), au bleu (*bleu d'anthracène*) et au vert (*cérulèine*).

Cette série des couleurs surpassant en beauté, en solidité et en bon marché toutes les couleurs naturelles, a été le résultat du travail de moins de trente années!

Tout un chapitre est consacré à l'indigo, dont la fabrication synthétique est loin d'être aussi avancée que celle de la garance artificielle. On en fabrique cependant de petites quantités sous le nom de *sel d'indigo* et d'*indophore*, et il est probable que d'ici à quelques années le produit artificiel pourra lutter avec succès contre le produit naturel.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer dans notre premier compte rendu, les auteurs emploient le symbole N pour l'azote, suivant en cela l'exemple du plus grand nombre. On verra par la lecture du chapitre traitant les colorants du groupe de la quinoneïmine quelle simplification énorme entraîne la substitution de N à Az pour énoncer graphiquement les noyaux aziniques si compliqués. Nous ne pouvons que féliciter les auteurs de cette heureuse innovation en souhaitant que cet exemple soit suivi par les chimistes de la jeune Ecole.

Les treize chapitres qui constituent cette importante publication sont tous traités suivant un ordre unique; les matières colorantes sont examinées au point de vue de leurs modes d'obtentions, de leurs propriétés et des relations existant entre ces propriétés et leur constitution. Chaque étude générale des divers chapitres est suivie d'un tableau descriptif des principales matières colorantes de la classe, donnant, outre le nom commercial et scientifique, leur formule de constitution et mode d'obtention ainsi que les indications de littérature relative aux brevets, enfin les principaux caractères analytiques des couleurs.

A la suite de chaque tableau, les auteurs ont donné dans ses moindres détails une préparation type convenablement choisie; ces préparations constituent des exercices pratiques parfaits pour le jeune étudiant.

Dans le but de rendre plus faciles les recherches de

littérature postérieure à la publication, les auteurs, de même que dans le *Traité de Chimie organique* de Beilstein, ont inscrit la date exacte de la mise en pages au haut de chaque folio.

L'ouvrage de MM. Seyewetz et Sisley est un ouvrage bien fait, rédigé avec soin et conscience, contenant de nombreux aperçus nouveaux, et dont la place est désignée aussi bien dans la bibliothèque du savant que sur la table de laboratoire du chimiste ou du fabricant de matières colorantes.

GEORGE-F. JAUBERT,
Docteur ès sciences.

3° Sciences naturelles

Gaubert (Paul), *Attaché au Muséum d'Histoire naturelle.* — **Minéralogie.** (*Collection de l'Histoire naturelle de la France.*) — 1 *vol. in*-16 *de* 260 *pages avec* 120 *gravures et* 18 *planches en couleurs.* (*Prix* : 5 *fr.*) *Beyrolle fils, éditeurs,* 46, *rue du Bac. Paris,* 1897.

Le petit volume que nous présentons au lecteur ne saurait avoir la prétention de prendre place à côté des grands traités de Minéralogie, dont plusieurs excellents ont été publiés en langue française. Il s'adresse particulièrement aux personnes qui veulent s'initier aux études minéralogiques et connaître les minéraux français. Aussi, la description des espèces ne comprend que les données relatives aux caractères extérieurs et les essais au chalumeau permettant de faire les déterminations. Les propriétés optiques et cristallographiques ont été à dessein laissées de côté. Des planches en couleur très bien réussies ajoutent à l'agrément du texte en donnant la représentation des minéraux les plus importants. Le livre de M. Gaubert propagera certainement le culte de la Minéralogie dans notre pays, soit parmi les jeunes gens, soit parmi les personnes déjà versées dans d'autres branches de l'histoire naturelle; il contribuera peut-être ainsi à amener la découverte de nouveaux gisements français.

L. BOURGEOIS,
Répétiteur à l'École Polytechnique.

De Loverdo (Jean), *Ingénieur-Agronome.* — **Le Ver à soie. Son élevage. Son cocon.** — 1 *vol. in*-18 *de* 212 *pages avec figures, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire dirigée par M. H. Léauté.* (*Prix : broché,* 2 *fr.* 50; *cartonné,* 3 *fr.*) *G. Masson et Gauthier-Villars, éditeurs. Paris,* 1897.

Voilà un petit livre comme il en faudrait beaucoup pour l'éducation de nos agriculteurs. On sait que le régime protecteur sous lequel nous vivons a fait développer, d'une manière qui devient inquiétante pour l'équilibre de notre budget, le système des primes qui entraîne avec lui l'apathie et la routine chez les producteurs. Si, au lieu de ces primes, on répandait un peu plus l'instruction technique, ces mêmes producteurs n'auraient pas besoin d'une protection aussi fâcheuse pour leur dignité que pour le développement de l'industrie. Or, nous dit M. de Loverdo, « peut-être « la moitié de nos 160.000 éleveurs (de ver à soie) fran- « çais gouvernent encore ces insectes suivant les us « et coutumes d'autrefois; ils ne soupçonnent même « pas qu'on puisse, au lieu de 30 ou 35 kilos de cocon « à l'once, en récolter 50 à 60 avec certains soins, mais « sans dépenses notablement supérieures à celles qu'ils « font déjà ».

Le livre de M. de Loverdo est à la fois clair et instructif. Dans une première partie, l'insecte est étudié aux diverses phases de son développement, et une deuxième partie de l'ouvrage est consacrée à l'élevage industriel du ver à soie. L'histoire du cocon et de ses produits forme la troisième partie. Nous répétons qu'il serait bon de voir ces notions scientifiques répandues dans les milieux où se fait l'éducation du précieux insecte.

Dr H. BEAUREGARD,
Assistant au Muséum.

Arthus (Maurice), *Professeur de Physiologie et de Chimie physiologique à l'Université de Fribourg* (*Suisse*). — **Eléments de Chimie physiologique,** 2e *édition.* — 1 *vol. in*-16 *de* 357 *pages.* (*Prix : 4 fr.*) *G. Masson et Cie, éditeurs. Paris,* 1897.

La Chimie occupe une place de jour en jour grandissante dans les préoccupations des biologistes, et rien ne trahit mieux cet état de choses que la multiplicité des ouvrages et, par-dessus tout, la faveur qui les accueille dans le public scientifique. A mesure que la Chimie physiologique se développe, la science s'enrichit de publications nouvelles. C'est ainsi que les *Eléments de Chimie physiologique* de M. Arthus, rapidement épuisés, viennent d'être édités à nouveau. L'auteur nous prévient qu'aucun remaniement fondamental n'a été apporté à l'ouvrage, mais seulement quelques rectifications ou modifications de détail.

On sait quel est l'écueil contre lequel viennent se briser la plupart des auteurs qui écrivent des traités de Chimie physiologique : physiologistes purs, ils ne parlent des choses de la Chimie qu'avec une compétence imparfaite; chimistes, ils donnent aux notions purement chimiques un développement que le sujet ne comporte pas et qui nuit aux données physiologiques.

M. Arthus a presque toujours su éviter ce double inconvénient, et nul peut-être n'était mieux placé que lui pour sortir avec avantage d'une pareille épreuve. Ses *Eléments de Chimie physiologique* ne constituent pas un traité didactique, au vrai sens du mot; ils ont été dépouillés de l'appareil rébarbatif des formules. Les cinq premiers chapitres, en particulier, contiennent un exposé, incomplet sans doute, mais très suffisant et dans tous les cas très clair, des généralités chimiques indispensables à l'intelligence du volume : les matières minérales, les graisses, les hydrates de carbone, les matières protéiques, les fermentations. A propos des albumines, on aimerait voir l'auteur un peu plus sceptique sur les classifications dans ce groupe de corps; peut-être n'est-il pas assez convaincu de l'inanité des différenciations basées sur l'action des sels alcalins ou alcalino-terreux.

A ces premiers chapitres fait suite une histoire du sang, où l'exposé de nos connaissances actuelles sur la coagulation est naturellement fort bien fait. La lymphe, les exsudats et transsudats viennent après; puis le muscle, le foie, la bile, les tissus conjonctifs et nerveux, les aliments, le lait, les diverses sécrétions du tube digestif, enfin l'urine. Peut-être l'histoire du foie et celle de la bile eussent-elles gagné à être rapprochées des sécrétions gastrique et intestinales, tant sont étroits et multiples les liens qui rattachent le foie à la nutrition générale. Mais ce n'est là qu'une critique de détail.

Les *Eléments de Chimie physiologique* n'ont pas la prétention d'apporter un exposé complet de la science, encore moins des nombreuses applications de la Chimie à la Pathologie ou à la Clinique; ils ne constituent pas davantage un précis didactique; mais ils résument en quelques pages vigoureusement ramassées et très clairement écrites, les notions chimiques nécessaires à tout étudiant en Physiologie. Nulle part on ne trouve aussi bien condensé cet enseignement aujourd'hui indispensable.

Le succès d'une première édition épuisée en deux ans, présage de l'accueil réservé à la seconde par les biologistes et les médecins.

Dr L. HUGOUNENQ,
Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon.

Heckel (Edouard), *Professeur à la Faculté des Sciences et Directeur de l'Institut colonial de Marseille.* — **Les Plantes médicinales et toxiques de la Guyane française.** (*Catalogue raisonné et alphabétique*). 1 *vol. in*-8 *de* 96 *pages. Protat frères, imprimeurs, Mâcon,* 1897.

4° Sciences médicales

Mason (W.-P.), *Membre de la Société Chimique américaine.* — **Water - Supply** (Distribution d'eau considérée principalement au point de vue sanitaire). — 1 *vol. in-8° de 503 pages.* (*Prix : 25 fr.*) *J. Wiley, éditeur. New-York*, 1897.

L'eau bue par les populations exerce une grande influence sur la mortalité et la propagation des épidémies typhoïque et cholérique ; c'est ce que l'auteur prouve à l'aide de documents rassemblés, pour un grand nombre d'exemples, parmi les villes américaines, en comparant les états statistiques de mortalité et les régimes, composition et nature des eaux distribuées.

Le livre est entièrement rédigé sur ce plan; c'est surtout un recueil de faits à l'appui d'une thèse; l'auteur traite successivement des diverses espèces d'eaux utilisées pour l'alimentation de l'homme : eaux de pluie, de la fonte des neiges, de rivières, de drainage, de puits, etc.... Parmi les chapitres relatifs à l'épuration des eaux, nous signalerons une étude des différents moyens mis en œuvre pour arriver à purifier les eaux de distribution; l'étude comprend une description très complète des filtres de Londres, du procédé Anderson (agitation de l'eau avec des ferrailles et oxydation à l'air de l'eau traitée), et donne quelques renseignements sur l'épuration électrique, toute nouvelle et encore à l'état embryonnaire.

A mentionner encore un résumé des méthodes chimiques et bactériologiques en usage pour se rendre compte de la valeur hygiénique d'une eau de boisson.

Cet ouvrage peut rendre quelques services aux hygiénistes en les mettant au courant de ce qui se passe en Amérique, pays de progrès où les ingénieurs, fondant des villes de toutes pièces, ont eu toute facilité pour appliquer les dernières ressources de l'art sanitaire.

M. Molinié.

Courmont (J.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon, médecin des Hôpitaux.* — **Précis de Bactériologie pratique.** — 1 *vol. in-16° de 476 pages avec 235 figures.* (*Collection Testut.*) (*Prix, relié : 7 fr.*) *O. Doin, éditeur. Paris*, 1897.

Voilà un livre bien français par sa clarté, sa netteté, sa précision, en même temps que par son élégance et sa simplicité. Il veut être un Précis de Bactériologie : il justifie ce titre; mais, en outre, il contient une série de notions générales relatives aux grandes questions de l'immunité, des modes d'action des toxines, de la sérothérapie, si bien que ce Précis rend les services qu'on demande à un livre plus développé. — *Ce que l'on conçoit bien s'énonce clairement...* : telle est la raison des qualités de cet ouvrage : nul n'ignore la haute compétence de l'auteur.

On rencontre trop souvent en médecine des hommes qui, appelés à s'occuper d'un sujet, se croient obligés de rédiger sans retard des volumes concernant ce sujet, d'écrire avant d'apprendre ; il en est d'autres, heureusement, qui triturent, malaxent, épurent la matière avant de confectionner leur œuvre, qui s'instruisent avant d'écrire.

Le travailleur de laboratoire trouvera, dans les premiers chapitres consacrés à la technique, tous les renseignements qu'exige une instruction pratique; il est difficile de rencontrer un groupement à la fois plus complet et plus sommaire, plus détaillé et plus clair.

Les procédés de stérilisation, les différents modes de chauffage, de filtration, l'emploi des antiseptiques, les milieux de culture, naturels ou artificiels, liquides ou solides, comme le sang, le sérum, l'urine, le lait, les sérosités, etc., ou le blanc d'œuf, la pomme de terre, la gélatine, la gélose, le pain, etc., toutes ces notions occupent, dans ces pages, une place proportionnée à leur importance. — La description des étuves grandes ou petites, des thermo-régulateurs de pression à gaz ou simplement métalliques, des brûleurs électriques ou à fermeture automatique, fait suite à celle de ces milieux de culture; elle est complétée par des considérations relatives au mode d'isolement des microbes.

Le chapitre qui a trait aux anaérobies, aux procédés d'absorption de l'oxygène, à la mise en jeu de l'ébullition, des corps oxydables, des gaz inertes, etc., contient des renseignements nulle part aussi parfaitement mesurés. Il est également impossible de résumer plus complètement les caractères d'une culture : odeur, couleur, gaz, etc.; ceux d'un microbe : forme, cils, colorations, etc. — C'est à ce sujet que l'auteur donne des détails sur les microscopes, sur les condensateurs, sur les modes d'inoculation, etc., etc.

L'hygiéniste a sa part dans les pages qui concernent la répartition des infiniment petits dans les milieux liquides, dans l'air ou le sol; il goûtera à cette lecture la sagesse de la critique relative au séjour du bacille d'Eberth dans l'eau.

Il n'est pas fréquent, semble-t-il, de lire des historiques écrits avec impartialité; or, à cet égard, l'exposé des attributs des toxines mérite tout éloge.

La part de l'Ecole de Lyon, qu'on pourrait encore, au point de vue qui nous occupe, appeler l'Ecole de Chauveau, se trouve magistralement mise en lumière. — L'idée des produits solubles, celle de la vaccination par addition, théorie soutenue contre la doctrine de la soustraction, longtemps mise en avant par Pasteur, forment le patrimoine de cette Ecole de Lyon, qui nous a, en outre, appris le rôle de l'élément quantité en matière de virus, aussi bien que celui de la porte d'entrée : Chauveau, qui ne peut conférer le charbon bactéridien aux moutons d'Algérie, réussit dans le cas où il triple les volumes introduits. D'un autre côté, il nous apprend que le mal offre les variétés d'aspect, de gravité, suivant la voie suivie par le moteur étiologique.

C'est aussi à cette Ecole qu'on doit, en dehors de ce qui revient à Pasteur, les tentatives premières de vaccination. — A cet égard, le chapitre XVI renferme une foule de documents traitant de l'immunité, des procédés d'atténuation par la chaleur, l'oxygène, les antiseptiques, la lumière, le vieillissement, la dessiccation, les passages, etc. — Il n'est, d'ailleurs, que juste de dire que la science est redevable à l'auteur d'une partie de ces documents, en particulier de la notion des toxines prédisposantes à longue échéance.

A côté de l'homme de laboratoire, à côté de celui qui désire connaître les doctrines générales, le praticien, en parcourant les chapitres XVII, XVIII, fait également sa moisson. — Courmont, en effet, expose les procédés à suivre pour déceler telle ou telle bactérie, dont la présence entraîne le diagnostic : examen des germes, des cultures, des humeurs, du sérum, inoculation, etc. : tout est indiqué à propos de la tuberculose, de la morve, de la fièvre typhoïde, du choléra, etc., etc.

Le livre se termine par l'historique de la sérothérapie et sa mise en pratique. — Là encore on retrouve les marques d'une impartialité indiscutable. Certes, la grande découverte est, avec raison, attribuée à Behring et Kitasato, à eux, à eux seuls. Toutefois, les essais pratiques de Ch. Richet et d'Héricourt, du professeur Ch. Bouchard employant le premier le sérum seul, les données de Charrin et Roger, d'Arloing, de Courmont, etc., sur les propriétés des humeurs des vaccinés, etc., toutes ces notions, véritables avant-coureurs, sont groupées à cette occasion.

On le voit, le plan, bien conçu, est bien exécuté. — L'ouvrage commence — rappelons-le — par l'énumération des objets nécessaires à l'étude des bactéries; il vous indique où elles sont, ce qu'elles sont, comment on les cultive, comment on les isole, comment on les examine, comment on les inocule, comment on les atténue; il vous montre ce que font ces bactéries dans diverses maladies, par quels principes elles interviennent, par quels composés on les combat.

Le fond et la forme de ce livre sont dignes de celui qui l'a signé.

Dr A. Charrin,
Professeur remplaçant au Collège de France.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 Novembre 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **Ch. André** donne les résultats des observations de l'occultation du groupe des Pléiades par la Lune, faites à l'Observatoire de Lyon le 13 octobre 1897. — M. **L. Cruls** adresse ses observations de la comète Perrine 1896 (2 nov.) faites à l'Observatoire de Rio-de-Janeiro. — M. **H.-G. Zeuthen** donne une nouvelle démonstration du théorème fondamental de la Géométrie projective : Si cinq des sommets d'un quadrilatère plan et complet se trouvent sur des droites données qui ne se rencontrent pas, le sixième sommet se trouvera sur une droite déterminée par les autres. — M. **E. Goursat** indique une méthode de détermination des intégrales d'une équation aux dérivées partielles par certaines conditions initiales. — M. **C. Guichard** étudie le problème de M. Bonnet sur les congruences et les réseaux et montre son rapport avec la recherche des surfaces isothermiques.

2° Sciences physiques. — M. **J. Violle** montre les services que l'ascension d'un ballon-sonde, pourvu d'un actinomètre, pourrait rendre à l'actinométrie. En effet, le ballon peut atteindre à des hauteurs trois ou quatre fois grandes comme le Mont-Blanc, où la pression est très faible et où il n'y a plus ni humidité, ni poussières. Dans ces conditions, l'étude de l'intensité et de la nature de la radiation solaire se ferait beaucoup mieux qu'à la surface de la Terre. — M. **A. Leduc** donne les formules qui représentent la compressibilité des gaz à diverses températures et au voisinage de la pression atmosphérique. — M. **H. Wilde** indique la place de l'argon et de l'hélium dans ses familles naturelles d'éléments; d'après lui, l'argon, avec un poids atomique 21, prendrait place entre l'azote et le silicium; l'hélium est peut-être un mélange dont les deux constituants formeraient la tête de deux séries d'éléments. — MM. **H. Moissan** et **P. Williams** ont étudié la préparation et les propriétés des borures alcalino-terreux. Les trois métaux alcalino-terreux : calcium, baryum et strontium, fournissent avec le bore des composés de formule Bo^6R. Cette formule est identique à celle des azotures de Curtius. Ces combinaisons sont parfaitement cristallisées; elles rayent le rubis, possèdent une grande stabilité, ne décomposent pas l'eau froide comme les carbures et sont détruites surtout par les oxydants. Elles ne sont donc point comparables comme composition et comme propriétés aux carbures et aux siliciures alcalino-terreux. — M. **R. Engel**, étudiant les acides stanniques, conclut : 1° L'acide métastannique pur, isolé d'un métastannate ou du chlorure de métastannyle et desséché dans le vide sec, a la composition $(SnO^2)^5.5H^2O$ (11 °/₀ d'eau). 2° L'acide stannique, isolé du chlorure stannique et essoré, a pour formule $SnO^2 4H^2O$ (32 °/₀ d'eau). 3° Le produit obtenu par dessiccation de l'acide stannique et ne renfermant plus que 8 °/₀ d'eau contient de l'acide métastannique et du stannate de métastannyle. — M. **H. Baubigny** emploie la fluorescéine pour la recherche de traces de brome dans un mélange salin; le bromure est décomposé par le permanganate de potassium et le sulfate de cuivre et le brome entraîné par un courant d'air sur un papier imbibé de fluorescéine; la teinte jaune passe immédiatement au rose par suite de la formation d'éosine; on peut reconnaître ainsi jusqu'à un milligramme de brome. — M. **P. Freundler** a constaté l'identité cristallographique des asparagines dextrogyre et lévogyre, conformément à la loi de Pasteur et contrairement aux récentes conclusions de M. Walden. — M. **C. Gerber** a vérifié la transformation des matières sucrées en huile dans les olives par l'étude du quotient respiratoire. Les olives présentent, lorsque la proportion de mannite diminue et que celle de l'huile augmente, un quotient supérieur à l'unité. Ce quotient est dû à la formation, dans l'olive même, de l'huile aux dépens de la mannite.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Daniel** a étudié un procédé de greffe qu'il appelle *greffe mixte* et qui consiste à laisser à demeure des pousses au sujet en surveillant leur développement et en empêchant, par une taille raisonnée, le sujet de tuer le greffon; ce procédé doit être employé quand on veut réussir plus facilement des greffes entre plantes présentant des différences physiologiques marquées. — M. **A. Prunet** a observé le développement du black-rot sur les divers organes de la vigne; ce sont les organes verts qui, à une certaine période du développement, sont attaqués; les grains peuvent être attaqués à tout âge. Ce sont donc les jeunes feuilles et les extrémités de sarments qui doivent être recouvertes de substances protectrices. — M. **J.-J. Andeer** montre la présence des ostioles dans tous les organes. Si leur sécrétion est arrêtée ou, qu'au contraire, elle soit trop abondante, on voit se produire une série d'états pathologiques. — M. **Jules Welsch** étudie les sables et grès à *Sabalites andegavensis* de l'ouest de la France; il montre qu'ils sont d'origine marine; ils appartiennent au Crétacé supérieur et non pas à l'époque tertiaire. La transgression sénonienne est ainsi mise en évidence dans le sud-ouest du Bassin de Paris.

Séance du 8 Novembre 1897.

1° Sciences mathématiques. — MM. **Rambaud** et **Sy** adressent leurs observations de la comète Perrine (oct. 1897), faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé. — M. **R. Baire** établit les théorèmes suivants : Si une fonction de deux variables, déterminée dans une certaine région, est continue par rapport à chacune d'elles, il existe dans toute aire des points en chacun desquels la fonction est continue par rapport à l'ensemble des deux variables. Dans les mêmes conditions, la succession des valeurs prises par la fonction sur $x=y$ forme une fonction d'une variable qui est ponctuellement discontinue. — M. **A. Liapounoff** énonce deux théorèmes sur le potentiel de la double couche. — M. **Mascart** communique des copies des lettres de **Maupertuis** relatives à la mesure de la Terre.

2° Sciences physiques. — M. **Henri Becquerel** montre que le phénomène de Faraday et le phénomène de Zeeman peuvent être expliqués par l'hypothèse d'un mouvement tourbillonnaire de l'éther lumineux. Le phénomène de Faraday se prête, dès maintenant, à des vérifications multiples; pour le phénomène de Zeemann, de nouvelles déterminations sont nécessaires. — M. **André Broca** a fait de nouvelles expériences très délicates relatives à l'action du champ magnétique sur un rayon polarisé; il a constaté que cette action était nulle ou qu'en tout cas elle se produisait sans changement de période. — M. **H. Pellat** montre que, dans l'étude des transformations isothermes, on ne tient compte généralement que du travail des forces extérieures, en négligeant les quantités de chaleur que le système doit prendre ou céder au milieu ambiant pour maintenir sa température constante. L'auteur calcule l'erreur qui en résulte pour certains problèmes particuliers. — M. **Abel Buguet** montre que la dissémination et le retour des rayons X ont souvent pour effet de voiler au dos les plaques radiographiques; il est utile de les pro-

téger par derrière au moyen d'une feuille de plomb. — M. A. Leduc a trouvé les formules qui donnent les volumes moléculaires et les densités des gaz en général à toute température et aux pressions moyennes. — M. H. Wilde communique sa table des éléments, disposée avec les poids atomiques en proportions multiples. — M. H. Wilde, en faisant jaillir des étincelles entre des électrodes de thallium dans l'oxygène pur, a observé au spectroscope de nouvelles lignes; deux d'entre elles (7760 et 7761) appartiennent à l'oxygène; une troisième (6955) appartient au thallium. L'auteur a, d'autre part, observé encore une nouvelle ligne rouge (6560), caractéristique du thallium. — M. M. Berthelot a étudié l'influence de composés avides d'eau sur la combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène. Le gaz chlorhydrique, le fluorure de bore, l'anhydride sulfureux, l'anhydride phosphorique à froid et jusque vers 280°, ont peu ou point d'action sur la combinaison des deux gaz. — M. R. Engel a observé l'action de l'acide azotique sur l'étain; avec de l'acide assez dilué, il se produit l'azotate stanneux; avec de l'acide peu dilué ou concentré, il se produit de l'azotate stannique, qui se précipite si la concentration est forte. Mais les azotates ainsi formés se décomposent bientôt en présence de l'eau, et il se forme de l'acide stannique et un azotate basique. Si l'on fait bouillir, on obtient de l'acide métastannique et de l'acide parastannique. — M. H. Causse a constaté que la phénylhydrazine, ou son chlorhydrate, en milieu acétique, est oxydée par l'acide arsénique avec formation d'azote, de phénol et d'acide arsénieux. La réaction est quantitative. On peut donc, en titrant par l'iode l'acide arsénieux formé, déduire la quantité de phénylhydrazine. La réaction a lieu également avec les hydrazones. — M. J. Moitessier a obtenu de nouvelles combinaisons de phénylhydrazine avec les chlorures et sulfates de cobalt et de nickel; elles renferment 4 ou 5 molécules de phénylhydrazine pour une molécule de sel. L'auteur a obtenu également des combinaisons de phénylhydrazine avec les sels de lithium. — MM. Camille Vincent et Delachanal ont observé que le ferment du sorbose, en se développant dans un milieu renfermant de la mannite, l'oxyde en donnant du lévulose. — M. A. Collet, en faisant réagir les chlorures de chloracétyle et de bromacétyle sur le benzène monochloré ou monobromé, en présence du chlorure d'aluminium, a obtenu les dérivés dichlorés, dibromés ou chlorobromés de la méthylphénylcétone. — M. Alberda van Ekenstein a constaté que la caroubinose découverte par M. J. Effront n'est autre chose que la d. mannose. La différence des pouvoirs rotatoires provient de ce que la caroubinose est impure et probablement mélangée avec une bihexose encore inconnue. — M. Th. Schlœsing fils a constaté que l'argon n'a pas d'influence sur la végétation; les plantes cultivées dans une atmosphère exempte de ce gaz ne diffèrent pas des plantes normales.

3° Sciences naturelles. — M. Ch. Julien a observé, à l'Ecole de Grignon, une maladie redoutable pour les moutons, la strongylose; elle est due à la présence, dans la caillette, d'une infinité de petits vers nématoïdes (*Strongylus contortus*) qui sucent le sang de leur hôte et le font périr par anémie. Le traitement a consisté en administrations de benzine et d'acide arsénieux, puis de purgatifs, puis de reconstituants. La maladie a fini par disparaître. — M. Louis Mangin a constaté, chez les Sterculiacées, outre la formation normale de la gomme dans les canaux ou lacunes de la moelle et de l'écorce, la présence de canaux gommeux dans le bois, d'où la gomme s'échappe en abondance dès qu'on les coupe transversalement. Cette gomme se forme aux dépens des membranes des cellules de bordure des canaux. — M. Joseph Perraud a noté les époques des invasions de black-rot dans le sud-est de la France en 1896 et en 1897; il montre que ces invasions sont étroitement reliées aux conditions climatériques. — M. E. Roze a constaté que la maladie du bulbe du safran connue sous le nom de *tacon* est due au parasitisme du *Pseudoëcommis*. La destruction du bulbe est favorisée par la présence d'Acariens du genre *Tyroglyphus* et d'une levure qui produit la fermentation alcoolique de la fécule. — M. C. Gerber, par l'étude des quotients respiratoires, montre que la formation des réserves oléagineuses des fruits et des graines a lieu aux dépens des matières sucrées. — M. N. Gréhant a constaté que, chez le chien, le sang a fixé en deux heures la cinquième partie du volume d'oxyde de carbone qui avait circulé dans les poumons. — M. Ch.-Am. Pugnat a trouvé que la fatigue se traduit dans les cellules nerveuses par une diminution de volume du corps cellulaire et du noyau, et par la disparition de la substance chromatique du protoplasma. — M. Joannes Chatin, en étudiant la sclérotique de divers Sauriens, y a observé des formes variées du tissu cartilagineux, mais qui présentent une incontestable parenté histique. — M. J.-J. Andeer décrit les ostioles du système cérébro-spinal. Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Novembre 1897.

M. Trasbot fait remarquer, à l'occasion du rapport sur les épidémies, que la fièvre typhoïde humaine et la fièvre typhoïde du cheval sont deux affections bien distinctes, n'ayant aucune liaison entre elles. — M. Berger lit le rapport sur le prix Godard. — M. J.-V. Laborde termine sa communication sur les relations de la cirrhose du foie avec l'action du vin et de l'alcool. Il cherche à montrer d'abord que, dans l'alcoolisme proprement dit, en dehors de toute intervention du vin, le foie est toujours atteint de cirrhose. Discutant ensuite les expériences de M. Lancereaux, il constate que les doses de sels de potasse administrées par lui aux animaux en expérience n'étaient pas suffisantes; les sels de potasse se trouvent d'ailleurs en assez forte proportion, dans un certain nombre d'aliments que nous absorbons tous les jours, et on n'a pas remarqué jusqu'à présent qu'ils aient produit de la cirrhose. — M. Lancereaux communique des lettres de médecins de province qui affirment que la cirrhose est rare, dans les pays de vignobles, — où règne l'alcoolisme, — quand le vin absorbé est naturel. — M. le Dr Penières lit un mémoire sur un nouveau traitement des tuberculoses chirurgicales.

Séance du 9 Novembre 1897.

M. Grancher lit le rapport sur le Prix Alvarenga, M. Marty celui du Prix Nativelle, M. Motet celui du Prix Herpin, M. Ch. Monod celui du Prix Laborie.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 6 Novembre 1897.

M. Bouchard communique ses recherches sur le dosage de l'azote et du carbone total éliminés aux différentes heures du jour. — M. Rénon a soumis des lapins à des intoxications successives par toxique minéral et toxiques microbiens (plomb, tuberculine et toxine diphtérique). L'intoxication antérieure favorise l'intoxication suivante faite par un toxique différent. Les lésions des différents toxiques se superposent successivement dans les organes. — M. Thiroloix a cultivé un microbe retiré du sang d'un rhumatisant, puis l'a injecté à un lapin; celui-ci présente un souffle cardiaque des plus manifestes. — MM. A. Rodet et J. Nicolas ont injecté divers gaz dans le tissu cellulaire sous-cutané ou dans le péritoine. L'air se charge d'acide carbonique, et s'appauvrit en oxygène. L'acide carbonique, au contraire, se charge d'oxygène et d'azote. — MM. Landouzy et Griffon ont remarqué chez la souris, puis chez une femme, que le pouvoir agglutinant contre le bacille typhique passe de la mère à l'enfant par l'allaitement. Le tube digestif, qui retient beaucoup de poisons et de toxines, laisse donc passer la substance agglutinante. — M. Thomas est parvenu à faire parler un

enfant atteint d'aphasie motrice par sa méthode d'éducation de la parole.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 6 Novembre 1897.

M. A. Cornu indique dans quelles conditions doit se faire l'*observation correcte des phénomènes de M. Zeeman* et en donne l'*interprétation cinématique*. Entre les armatures d'un électro-aimant, on place un tampon d'amiante imprégné de sel marin sur lequel l'on dirige le dard du chalumeau à gaz oxyhydrique. Cette source éclaire une fente, dont on observe les images diffractées données par un réseau de Rowland. Pour étudier l'effet produit perpendiculairement au champ, on place la fente au voisinage immédiat de la source et on dispose au foyer de l'oculaire une aiguille métallique perpendiculaire aux raies, que l'on observe à travers un prisme biréfringent de Wollaston. On a alors, au milieu du champ, deux plages, contiguës aux points où le diamètre de l'aiguille a une valeur convenable, dans lesquelles la lumière est polarisée respectivement parallèlement et perpendiculairement à la fente; en dehors de ces deux plages la lumière est naturelle. On voit d'abord une raie continue qui traverse tout le champ, mais quand on excite le champ magnétique, on voit, dans l'une des plages polarisées, apparaître *deux raies* équidistantes de la raie unique qui subsiste, avec la position primitive, dans l'autre plage polarisée. Ainsi le champ magnétique décompose une vibration naturelle en trois vibrations rectilignes : l'une, qui conserve la période primitive, est polarisée perpendiculairement à la direction du champ; les deux autres, qui sont polarisées parallèlement au champ, ont des périodes différentes, dont la demi-somme est égale à la période initiale. Si l'on observe l'effet produit dans le sens du champ magnétique, on forme l'image de la source lumineuse sur la fente au moyen d'une lentille achromatique placée dans le noyau creux d'une des bobines de l'électro-aimant et on ajoute à l'analyseur un mica quart-d'onde. On constate ainsi que, dans le sens du champ magnétique, se propagent deux rayons circulaires, de sens contraire, dont les périodes sont les mêmes que celles des deux rayons polarisés parallèlement au champ magnétique; dans le cas précédent, tous les effets observés se renversent avec le champ. Si l'on remarque qu'une vibration lumineuse ne se propage que perpendiculairement à sa direction, on voit immédiatement que les vibrations parallèles au champ magnétique se propagent sans perturbation; dans le sens perpendiculaire, se propagent deux vibrations circulaires de période différente, dont on observe, perpendiculairement au champ magnétique, les seules composantes normales à la direction du rayon. Ce raisonnement suppose que l'on regarde, comme le faisait Fresnel, un rayon circulaire comme le résultat de la composition de deux vibrations rectilignes perpendiculaires entre elles; si l'on ajoute qu'une vibration rectiligne équivaut elle-même à deux vibrations circulaires de sens contraire et de même période et que, dans les idées d'Ampère, une ligne de force magnétique équivaut à l'axe d'un solénoïde dont le pôle austral est à la gauche du courant on arrive à cet énoncé : « L'action d'un champ magnétique sur l'émission d'une radiation tend à décomposer les composantes rectilignes vibratoires susceptibles de se propager par ondes suivant des vibrations circulaires parallèles aux courants du solénoïde; les vibrations qui tournent dans le sens du courant du solénoïde sont accélérées, celles qui tournent en sens inverse sont retardées. » M. Cornu décrit ensuite des dispositifs qui permettent d'obtenir un balancement rhythmé des raies observées, qui rend plus net les dédoublements; il ajoute que des expériences effectuées avec des prismes ont montré que, sous l'action du champ magnétique dans lequel elles prennent naissance, les vibrations subissent un changement de période, tandis qu'en traversant un milieu où se produit la polarisation rotatoire magnétique, elles n'éprouvent qu'une variation de longueur d'onde temporaire. — M. A. Broca a cherché à mettre en évidence *l'influence d'un champ magnétique sur la période d'un rayon circulaire*. Lorsque Maxwell eut admis qu'un champ magnétique est essentiellement constitué par un mouvement de rotation, et expliqué de la sorte la polarisation rotatoire magnétique, la théorie amena à penser que l'action de ce mouvement magnétique sur le mouvement lumineux avait pour effet de faire subir à la période vibratoire une variation dont le signe dépendrait du sens de rotation du rayon circulaire. Les expériences faites sur ce sujet par M. Tait restèrent sans résultat. M. Broca a repris les essais sur la liqueur de Thoulet (iodure de mercure dissous dans une solution aqueuse saturée d'iodure de potassium), avec un réseau de Rowland, en observant la diffraction rasante, pour avoir la dispersion maxima. Dans une expérience où l'on pourrait apprécier le $\frac{1}{200}$ de la distance des deux raies D, on n'a observé aucun déplacement trahissant un changement de période. M. Broca a ensuite, sur du verre platiné, d'après le procédé de Kundt, préparé du fer transparent en déposant, par électrolyse d'un bain d'oxalate double de fer et de potassium, une couche de métal de 0,01 μ environ, soit $\frac{1}{60}$ de la longueur d'onde des raies du sodium; la théorie indiquerait un déplacement de ces raies, qui les amènerait dans la région du triplet B du magnésium; on n'a pas pu apercevoir le $\frac{1}{4000}$ de ce déplacement calculé. Il reste donc bien établi qu'un rayon circulaire qui traverse un milieu aimanté subit seulement une variation de longueur d'onde temporaire, sans changement de période. — M. Ducretet présente une *bobine* cloisonnée noyée dans un mélange de paraffine et de résine, et munie d'un *interrupteur Foucault pour expériences de longue durée*. Le mercure occupe le fond d'un tube de petit diamètre, qui s'élargit ensuite en une cuvette contenant une épaisse couche d'alcool. C. Raveau.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1° Sciences physiques

James Dewar, F. R. S., et **J.-A. Fleming**, F. R. S. : **Note sur les constantes diélectriques de la glace et de l'alcool à de très basses températures.** — Dans ces dernières années, divers savants ont procédé à des déterminations précises des constantes diélectriques de l'eau et de la glace. Les méthodes employées sont de deux sortes. Les unes, directes, consistent à mesurer le changement de capacité qui se produit dans un condensateur, lorsqu'on substitue l'eau ou la glace à l'air comme diélectrique. Les autres consistent à faire passer des ondes électriques de l'air dans l'eau ou dans la glace, et à mesurer la réduction de longueur d'onde qui se produit; on en déduit l'indice de réfraction et l'on sait, d'après Maxwell, que la constante diélectrique est égale au carré de l'indice de réfraction.

La première méthode a été employée en particulier par W. Nernst, qui a trouvé pour l'eau à 17° C. le résultat 80,0, et par F. Heerwagen, qui a trouvé dans les mêmes conditions 80,88. Par la seconde méthode, P. Drude a obtenu 80,2 à 17°, et Cohn et Zeeman 79,39, les longueurs d'onde variant de 70 à 560 centimètres. Bien que l'indice de réfraction semble varier légèrement avec la longueur d'onde, les résultats obtenus par l'une et l'autre méthode concordent parfaitement pour l'eau.

Il n'en a pas été de même pour la glace jusqu'à présent. M. E. Bouty a trouvé, par la première méthode, la valeur 78,8 pour la glace à — 23° C., et M. R. Blondlot, par la seconde méthode, la valeur 2,0 aux environs de 0°. MM. Hopkinson et Wilson ont, d'autre part, établi que les résultats obtenus variaient considérable-

ment suivant la période du courant employé. C'est pour jeter quelque lumière sur les causes de ces différences, que les deux auteurs du présent mémoire ont entrepris les expériences qui suivent :

Les auteurs ont employé la méthode et les appareils dont ils s'étaient déjà servis pour la détermination de la constante diélectrique de l'oxygène liquide[1]. Le condensateur se composait de trois tubes de cuivre concentriques; l'intérieur et l'extérieur étaient reliés et formaient l'une des armatures; le tube intermédiaire formait l'autre armature. Les espaces annulaires compris entre les armatures étaient remplis d'eau, qu'on faisait ensuite congeler. L'une des armatures était reliée à une batterie et à un galvanomètre; l'autre armature était en relation avec un interrupteur, changeant 124 fois par seconde, et qui la réunissait tantôt au galvanomètre, tantôt à la batterie. De cette façon, le galvanomètre était traversé par une rapide série de charges électriques, équivalant à un courant continu; la déviation du galvanomètre mesurait la capacité du condensateur. La température était prise avec un thermomètre à résistance de platine. La glace était d'abord refroidie à — 185° C. (correspondant à — 198° du thermomètre de platine) et la capacité du condensateur mesurée; puis, on augmentait progressivement la température. Avant et après les expériences, on avait soin de mesurer la capacité du condensateur en remplaçant la glace par de l'air gazeux à — 185° C. Voici les résultats obtenus :

TEMPÉRATURE en degrés du thermomètre de platine	CONSTANTE diélectrique de la glace
—	—
— 198,0 (= — 185° C.	2,83
— 197,8	2,83
— 197,6	3,03
— 182,0	3,16
— 176,8	3,23
— 171,0	3,44
— 165,7	3,64
— 161,8	3,84
— 159,7	4,04
— 155,2	4,45
— 150,8	5,04
— 146,7	5,36
— 143,2	5,92
— 141,7	6,12
— 140,0	6,77
— 138,5	7,13
— 137,5	7,63
— 136,2	8,34
— 134,5	8,94
— 133,2	9,1
— 131,0	11,0
— 130,7 (= — 120° C.	11,6

Si l'on représente ces résultats par une courbe et qu'on la prolonge vers les basses températures, on constate qu'au zéro absolu la constante diélectrique ne serait pas éloignée de 2,0.

On voit, d'autre part, que la valeur de la constante diélectrique de la glace à — 185° C. pour une fréquence relativement faible (124 par seconde), n'est pas très différente de celle trouvée pour de la glace à 0° C. par d'autres observateurs, utilisant les oscillations électriques avec des fréquences élevées (plusieurs millions par seconde). Avant d'arriver à des conclusions, il est nécessaire de mesurer la constante diélectrique de la glace et de l'eau à toutes les températures et avec toutes les fréquences.

Les auteurs ont ensuite procédé aux mêmes déterminations avec de l'alcool éthylique congelé à — 185° C.; la constante diélectrique à cette température est 3,12. A la température ordinaire, d'autres observateurs avaient trouvé des nombres variant entre 25,7 et 30,5 par la méthode des condensateurs, et entre 6,6 et 26,7 par la méthode de réfraction des oscillations, les longueurs d'onde allant de 8 millimètres à 900 centimètres. Là encore, les déterminations intermédiaires demandent à être faites.

Les expériences des auteurs leur ont permis, d'autre part, d'établir approximativement la résistance de la glace et de l'alcool congelé à diverses températures. Voici les valeurs obtenues pour la glace :

TEMPÉRATURE en degrés du thermomètre de platine	RÉSISTANCE du condensateur à glace en megohms
—	—
— 200,0 (= — 185° C.)	26200,0
— 172,2	5670,0
— 135,0	1570,0
— 126,0	1130,0
— 108,4	706,0
— 98,4	470,0
— 95,2	353,0
— 93,2	282,0
— 91,8	209,6
— 88,8	118,0
— 88,2	91,4
— 86,3	65,5
— 84,4	53,4
— 82,3	46,3
— 75,0	43,4
— 70,7	42,8

Voici les valeurs observées pour l'alcool :

TEMPÉRATURE en degrés du thermomètre de platine	RÉSISTANCE du condensateur en megohms
—	—
— 200,0	14500,0
— 190,0	45,0
— 186,5	9,7
— 168,0	1,0

Ces nombres ne doivent être considérés que comme approximatifs, mais ils sont suffisants pour donner une idée du mode de variation des résistances.

2° Sciences naturelles

C. Sherrington, F. R. S. : **Sur l'innervation réciproque des muscles antagonistes** (3e partie). — M. Sherrington avait antérieurement établi que lorsqu'un des muscles moteurs de l'œil se contracte, le muscle antagoniste se relâche; il s'est attaché à montrer dans cette note que cette même corrélation se retrouve entre les muscles antagonistes qui déterminent la flexion ou l'extension des segments des membres, au coude et au genou, par exemple. Si l'on fait chez le chat, par exemple, une section transversale de l'axe cérébro-spinal, au niveau des pédoncules cérébraux, certains groupes de muscles, et en particulier les muscles dorsaux de la queue et du cou et les muscles extenseurs des membres, prennent, au bout d'un temps variable, une rigidité tonique. Les extenseurs du genou et du coude sont fortement contractés, mais sans tremblement et sans qu'il y ait des accroissements ou des relâchements marqués de ces contractions. Si l'on saisit le membre et si l'on tente de fléchir de force le coude ou le genou, on rencontre une très forte résistance; le triceps brachial ou l'extenseur de la cuisse ne s'en contractent que plusviolemment, et dès qu'on lâche la patte de l'animal, elle reprend brusquement sa position première de complète extension. Mais en dépit de cette rigidité, de cette sorte de contracture des extenseurs, on obtient très aisément la flexion du coude en excitant les doigts de la patte de devant ou la plante. Le triceps se relâche alors, tandis que le biceps se contracte. La contraction du biceps est inhibée et sa tension disparaît synchroniquement avec l'apparition de la contraction réflexe des muscles antagonistes. On peut aussi obtenir cette réaction inhibitrice par l'excitation mécanique d'un des nerfs digitaux ou l'excitation mécanique de la racine sensitive de l'un quelconque des nerfs cervicaux supérieurs. Les choses se passent

[1] Voir la *Revue générale des Sciences* du 15 mars 1897, p. 217 et suiv.

exactement de la même façon pour les membres postérieurs. Le même relâchement de la contraction des extenseurs peut être obtenu par l'excitation électrique des pédoncules cérébraux, lorsque cette excitation détermine, comme cela arrive quelquefois, la flexion du coude ou du genou. Ce fait et celui qui est rapporté plus haut et qui montre que ce relâchement des extenseurs, synchrône à la contraction des fléchisseurs, peut être obtenu après ablation totale des hémisphères, prouvent que les centres supérieurs n'interviennent pas nécessairement dans le phénomène. M. Sherrington incline à penser que cette sorte de coordination de l'innervation des muscles antagonistes qui agissent au niveau du coude ou du genou, est aussi bien mise à profit dans les mouvements d'origine corticale que dans les réflexes simples. Cette manière de voir est corroborée par le fait que cette réaction peut être déterminée par l'excitation des fibres pyramidales des pédoncules cérébraux. Il est intéressant de noter que le triceps brachial et le quadriceps crural, qui sont de tous les muscles des membres les plus difficiles à mettre en action par des réflexes médullaires ayant leur origine dans la région même à laquelle ils appartiennent, sont ceux qui, lorsque la section transversale est faite au niveau de la protubérance ou au-dessus, présentent le plus nettement de la contraction tonique. La loi bien connue, établie par Sanders-Ezn, de l'inaccessibilité des extenseurs du genou aux actions réflexes médullaires doit recevoir certaines limitations, mais tant que la section transversale est faite dans la région médullaire et alors même qu'elle n'isole pas une portion seulement de la moelle, mais la moelle tout entière du bulbe au filum terminal. Cette loi s'applique strictement aux excitations qui ont leur origine dans la région même constituée par ces muscles. Et il en est de même du triceps brachial. Mais si la section est faite au-dessus du bulbe, la règle de Sanders-Ezn ne se vérifie plus, et une excitation d'une patte de derrière provoque une extension du genou du même côté. Il en va de même pour le coude. La différence apportée dans la condition des muscles par le niveau auquel la section est pratiquée, est peut-être cependant moins fondamentale qu'il ne semble. Lorsqu'à la suite d'une section transversale supra-bulbaire la rigidité des extenseurs apparaît au genou et au coude, l'excitabilité réflexe du triceps brachial et du quadriceps crural semble, à un certain point de vue, tout aussi difficile à mettre en jeu que lorsqu'on est en présence d'un mécanisme purement médullaire. Les inhibitions réflexes qui font l'objet de cette note, montrent cependant que l'accessibilité de ces muscles aux réflexes n'est pas en réalité grandement altérée : les connections physiologiques subsistent, mais la conduction qui se fait à travers elle, est marquée d'un signe contraire, d'un signe *moins* au lieu d'un signe *plus*.

Pour que l'excitation puisse avoir un effet, il faut qu'elle trouve dans le muscle une certaine quantité de contraction, un *tonus* déjà existant. Lorsque la section est infra-bulbaire, le même nexus fonctionnel persiste, mais comme le tonus fait défaut, le jeu des inhibitions demeure invisible.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 12 Novembre 1897.

M. J. **Rose-Innes** lit un mémoire sur les isothermes de l'éther. On sait que Ramsay et Young ont établi entre la pression et la température d'un gaz à volume constant la relation $p = bt - a$, où b et a sont des fonctions du volume seulement. L'auteur a trouvé les valeurs de b et a pour un grand nombre de volumes, et a cherché à les relier par une formule empirique. Il emploie pour cela la méthode graphique. En portant les quantités $(aV^2)^{-1}$, contre $V^{-\frac{4}{3}}$, on obtient une courbe en forme de corne. L'extrémité de la courbe se trouve très près du volume critique. On sait, d'autre part, que la température à laquelle la pression obéit exactement à la loi des gaz parfaits pour un volume particulier est constante pour de grands volumes jusqu'à l'approche du volume critique. L'auteur montre que pour le volume critique cette température diminue légèrement. L'auteur donne la formule algébrique de la pression dans le cas de l'éther, comme il l'avait fait dans un mémoire précédent pour l'isopentane. — M. **Ramsay** pense que l'isopentane était mieux désigné que l'éther pour l'établissement des formules, car c'est très probablement un liquide mono-moléculaire, tandis que l'éther forme des groupes moléculaires compliqués. — M. **Perry** ajoute qu'une formule empirique ne lui paraît pas présenter la même valeur qu'une formule basée sur des hypothèses physiques. — M. **Rose-Innes** répond qu'on n'a pas encore trouvé d'hypothèse applicable à une substance dont l'arrangement moléculaire est si compliqué que celui de l'éther. L'emploi de formules empiriques à cinq constantes a d'ailleurs été justifié par Képler pour les orbites planétaires. — M. **Johnstone Stoney** conseille de reprendre l'étude de la question en construisant les courbes : $y = V^{-\frac{4}{3}}$ et $y = aV^2$. — MM. **F.-S. Spiers, F. Twyman** et **W.-L. Waters** ont étudié la variation, avec la température, de la force électro-motrice de la pile de Clark en forme d'H. Les quatre piles en expérience étaient placées dans un bain d'huile et les forces électro-motrices mesurées par la méthode du potentiomètre; deux piles du type Muirhead servaient d'étalon. Les résultats ont été indiqués sous forme de courbes.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 14 Octobre 1897.

1° Sciences physiques. — M. **L. Mach** a étudié par une méthode optique les ondes aériennes qui se produisent lorsque de l'air, comprimé à 100 atmosphères, s'échappe d'un orifice. Les phénomènes observés se rapprochent de ceux qui accompagnent le trajet des projectiles ou la propagation des ondes sonores planes; mais ils comportent des particularités qui conduisent à modifier les théories actuelles. — M. **I. Klemencic** poursuit l'étude du retard magnétique. Il montre que l'action magnétique, qui se produit dans les deux à trois premières minutes après l'ouverture ou la fermeture du champ, diminue rapidement avec la force du champ dans le cas où la fonction de magnétisation croît plus vite que la force du champ. Pour des champs faibles où, au contraire, la magnétisation est proportionnelle au champ, le retard est constant.

2° Sciences naturelles. — M. **Ad. Stener** : Les saphirines de la mer Rouge.

Séance du 21 Octobre 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **Edouard Mazelle** : Rapport sur les tremblements de terre observés dans la région de Trieste les 15 juin, 3 août et 21 septembre 1897.

2° Sciences naturelles. — M. **J. Schaffer** communique la suite de ses travaux sur l'histologie des organes de l'homme. Ils sont divisés ainsi : IV. Langue. V. Cavité buccale et pharynx. 1° La structure des glandes linguales. 2° L'épithélium des canaux excréteurs des glandes. 3° Histologie du palais et de l'ovula. 4° Etude du pharynx et de ses glandes. 5° Phénomènes de transformation dans les glandes séreuses et muqueuses. VI. Passage du pharynx à l'œsophage. VII. Passage de l'œsophage à l'estomac.

Séance du 7 Novembre 1897.

L'Académie élit comme membre d'honneur étranger sir **Joseph Lister** et comme correspondant étranger le professeur **W. von Bezold**.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LE VOYAGE D'ÉTUDE DE LA *REVUE*

EN GRÈCE, AU MONT ATHOS ET A CONSTANTINOPLE

(VACANCES DE PAQUES 1898)

La *Revue* prépare, pour l'année 1898 :

1° *Une croisière en Grèce, au mont Athos et à Constantinople;*

2° *Un voyage en Norvège;*

3° *Une croisière dans l'Adriatique (côte orientale de l'Italie, Illyrie, Dalmatie, avec excursions en Bosnie et Herzégovine);*

4° *Un voyage en Egypte.*

Ces voyages sont, comme le savent nos lecteurs, destinés à faire connaître à nos compatriotes les pays sur l'état physique, économique et politique desquels nous avons le plus intérêt à être exactement renseignés. Ils sont organisés de façon à permettre à tous les touristes de faire, sous la direction et grâce au concours de savants autorisés, l'étude des régions visitées.

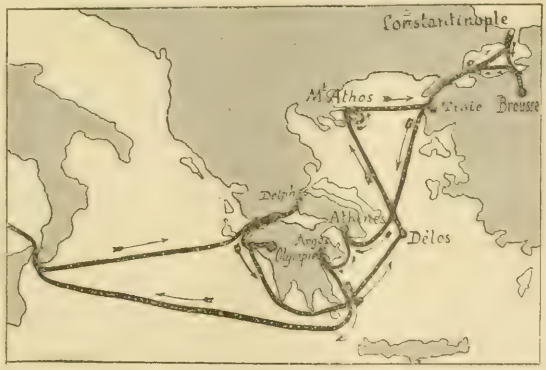


Fig. 1. — *Itinéraire de la Croisière.*

Chaque croisière répond à un genre particulier de curiosité : il est bien évident, par exemple, qu'en Grèce et à Constantinople, vers lesquelles les récents conflits des deux peuples nous attirent, c'est le souci de l'art antique, l'étude des civilisations disparues qui prédomineront, tandis qu'en Norvège, l'attention se portera plus spécialement sur le monde actuel, sur la nature physique, les fiords et les glaciers, la biologie marine, les grandes pêches et les industries qui en dérivent, la marine marchande, la société scandinave, etc. Mais, indépendamment de l'ordre principal d'intérêt qui donne en quelque sorte sa caractéristique à chaque voyage, il importe qu'en chacun, quelle que soit l'étude prépondérante qu'il comporte, les spécialistes, — économistes, naturalistes, médecins, etc., — puissent trouver satisfaction à leur curiosité professionnelle et accroître leur savoir technique. Nous réservant de dire, dans une prochaine livraison, les dispositions que la *Revue* prend en vue de ce résultat, nous indiquerons seulement aujourd'hui l'intérêt principal de notre prochaine croisière.

Permettre d'admirer et d'étudier dans un même voyage les principaux monuments et les plus intéressants souvenirs de la Grèce antique et de l'Empire d'Orient, faire suivre au touriste, depuis ses plus lointaines origines jusqu'à sa décadence, le développement de l'art hellénique, le montrer naissant et incertain encore dans les bijoux des tombes mycéniennes, épa-

noui et glorieux dans les monuments de l'Acropole d'Athènes et l'Hermès de Praxitèle, profondément modifié et comme raidi par l'âge dans les basiliques de Byzance et de l'Athos, dans leurs mosaïques et leurs fresques, telle est la pensée qui a inspiré l'itinéraire de notre prochaine croisière et lui a mérité l'approbation de notre *Comité de Patronage*[1], auquel il a été soumis dans une récente réunion.

Ce voyage sera dirigé par un savant hautement qualifié, M. G. Radet, ancien élève de l'École française d'Athènes, professeur d'Histoire et d'Archéologie grecques à l'Université de Bordeaux. La compétence particulière de M. G. Radet dans toutes les questions relatives à l'Art et à la civilisation de l'ancienne Grèce le désignait tout naturellement au choix de notre *Comité de Patronage*. Nous le remercions d'avoir bien voulu accepter de guider nos visites aux sanctuaires les plus réputés de l'Art antique, et de nous donner à bord, sous forme de conférences, l'enseignement requis pour rendre le voyage profitable à tous.

Il va sans dire que, dans les courtes semaines des vacances de Pâques, on ne saurait s'astreindre à l'itinéraire qui permettrait de suivre rigoureusement selon l'ordre historique le développement de l'art grec; il ne serait pas possible de se rendre d'abord aux plaines où fut Troie et à Mycènes, de visiter ensuite Delphes, Olympie, Délos et Athènes, pour terminer par le mont Athos et Constantinople. On voit quelles allées et venues, quelles pertes de temps exigerait un semblable trajet.

En faisant un peu tort à la chronologie et en disposant les escales dans un ordre un peu différent, on a pu s'épargner tout sacrifice, ne laisser de côté aucun des points du programme, et même y ajouter une excursion à Brousse, « la vieille ville délicieuse », enfouie sous le feuillage.

C'est aux premiers jours du printemps, saison charmante en ces contrées méditerranéennes, que partira de Marseille le paquebot affecté par la *Compagnie des Messageries Maritimes* à cette croisière. Le navire se rendra d'abord dans le golfe de Corinthe et jettera l'ancre devant un petit port peu connu, Itéa. C'est de là que l'on monte à Delphes, le sanctuaire fameux d'Apollon Pythien. C'est à l'École française d'Athènes que revient l'honneur d'avoir commencé les fouilles que son savant directeur, M. Homolle, a reprises en 1892 et conduites avec un succès que personne n'ignore. C'est là qu'ont été trouvés les fragments les plus considérables de musique grecque notée que nous possédions, et, sans doute, la plupart des lecteurs de cette *Revue* ont entendu exécuter la transcription qu'en a faite M. Théodore Reinach. Parmi les monuments mis au jour au cours de ces fructueuses recherches, il faut surtout citer plusieurs des trésors où étaient déposées les offrandes consacrées au Dieu par les diverses nations helléniques : trésor des Siphniens, trésor des Béotiens, des Athéniens, des Sicyoniens, presque tous ornés de délicats bas-reliefs; après de longs siècles de sommeil, les statues enfouies dans le sol ont revu la lumière, et, dans le petit musée installé à Delphes même par M. Homolle, se dressent aujourd'hui des Apollons d'époques variées, un gracieux buste d'Antinoüs, avec lequel rivalise la statue d'un jeune athlète corinthien, une Victoire, trois cariatides, l'Aurige enfin, un conducteur de char, en bronze, debout, tenant ses rênes, drapé dans sa longue tunique, d'une simplicité de lignes et d'une noblesse exquises.

C'est un véritable pèlerinage que cette promenade à Delphes, tant il s'y rencontre, pour nous, de souvenirs classiques. Ici, c'est le portique que, dans leur reconnaissance, les Athéniens ont élevé à Apollon au lendemain de la victoire de Marathon; de cette fissure entre les roches Phœdriades jaillit toujours la Fontaine Castalie, et, dominant le tout, le Parnasse dresse sa double cime, encore toute blanche de neige à cette époque de l'année.

Du sanctuaire d'Apollon à Delphes, les touristes passeront au sanctuaire de Zeus à Olympie. Là, c'est aux frais de l'Allemagne que les fouilles ont été faites, par les soins du célèbre historien Curtius et de ses collaborateurs. Terminées en 1881, les résultats en sont universellement connus, et il nous suffit de rappeler ici, parmi les principaux édifices dont les ruines ont été dégagées : l'Heraion ou temple de Hera; le grand temple de Zeus, dans la *cella* duquel se dressait autrefois la statue chryséléphantine du maître des Dieux, due au ciseau de Phidias; le Metroon ou temple de Cybèle; toute la série des trésors ; l'exèdre d'Hérode Atticus; le Stade, où se disputaient les prix de ces jeux olympiques célèbres dans tout le monde antique. C'est au musée surtout que les amateurs d'Art se précipiteront avec impatience : ils savent que là se trouvent les frontons du temple de Zeus, le combat des Centaures et des Lapithes, et Pélops se préparant à la course des chars contre Œnomaüs, puis la Victoire de Pæonios, et, enfin, l'une des plus pures merveilles de la sculpture grecque, l'Hermès de Praxitèle.

De Katakolon, l'échelle de Pyrgos et d'Olympie, le navire, contournant le Péloponnèse, ira aborder à l'île sainte de Délos, où Latone donna le jour à Apollon et Artémis. Ici toutes les fouilles ont été exclusivement exécutées par les soins de l'École française d'Athènes, par MM. Lebègue, Homolle, Hauvette-Besnault, Salomon Reinach, d'autres encore. Ces travaux ont permis de retrouver les soubassements des édifices de l'enceinte sacrée, ou Téménos, temples d'Apollon, d'Artémis, d'Aphrodite, portique tétragone, portique des Cornes, sanctuaire des Taureaux, Trésors. — Du haut du Cynthe, on aperçoit le plan en relief de la cité, et, au loin, tout autour de l'île, les Cyclades.

Une pointe au nord mènera les touristes au mont Athos. Des sanctuaires antiques, ils passeront à l'un des sanctuaires les plus vénérés de la religion orthodoxe. On ne saurait, en une journée, visiter tous les monastères épars aux flancs de la montagne et le long des côtes de la presqu'île : Lavra, à la pointe sud, Simopetra, Xeropotamos, Rossicon, Xenophontos à l'ouest, Iviron, Stavroniketa, Pantocratoros, Vatopédi à l'est. Assemblages de constructions bizarrement entassées, de cloîtres, de couvents, d'églises et de chapelles, on les aperçoit çà et là, avec leurs hautes murailles droites, leurs coupoles byzantines, émergeant à demi des frondaisons vertes. Les plus importants ont leur échelle, quelques appontements en bois et des barques; l'un d'eux possède même un yacht. Sur la côte occidentale, les touristes pourront visiter Rossicon, le grand couvent russe, tout un village monacal dans lequel se pressent une vingtaine d'églises. Tout après, Xeropotamos se dresse sur un grand rocher. De l'autre côté,

---

[1] Nous sommes heureux d'annoncer que M. Noblemaire, Ingénieur en chef des Mines, Directeur de la *Compagnie des Chemins de Fer de Paris-Lyon-Méditerranée*, a accepté de faire partie du Comité de Patronage des Voyages d'étude de la *Revue*. Nous le remercions et du grand honneur et de l'aide très précieuse que nous apporte son concours.

Le Comité de Patronage et d'Étude se trouve, par suite, ainsi composé :

Président : M. O. Gréard, Vice-Recteur de l'Académie de Paris. — *Vice-Président :* M. A. Milne-Edwards, Directeur du Muséum. — *Membres du Comité :* MM. Bouquet de la Grye, Ingénieur en chef de la Marine; E. Bourgeois, Maître de Conférences à l'École Normale Supérieure; P. Brouardel, Doyen de la Faculté de Médecine de Paris; E. Chabrier, Administrateur délégué de la Compagnie Générale Transatlantique; L. Grandeau, Inspecteur général des Stations Agronomiques; A. Grandidier, Président du Comité de Madagascar; S. Halfon, Administrateur de la Compagnie Générale Transatlantique; E. Hamy, Professeur au Muséum; T. Homolle, Directeur de l'École Française d'Athènes; E. Levasseur, Professeur au Collège de France; G. Monod, Président de l'École Pratique des Hautes Études; A. Musnier, Administrateur de la Compagnie des Messageries Maritimes; Noblemaire, Directeur de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée; O. Noel, Administrateur de la Compagnie des Messageries Maritimes; H. Léonardon, Archiviste-Paléographe, *Secrétaire du Comité ;* L. Olivier, Directeur de la *Revue générale des Sciences*.

Vatopédi appelle l'attention, aussi bien par son importance que par sa situation pittoresque, et son église principale, ou Catholicon, est une des plus riches de l'Hagion Oros.

En une nuit, de la Montagne Sainte le bateau portera les touristes à l'entrée des Dardanelles, devant Koum-Kalé, souvent appelé Château d'Asie. A quelque distance dans l'intérieur des terres, s'élève la colline d'Hissarlik. De 1881 à 1882, Schliemann a exécuté là des fouilles, au cours desquelles il a cru découvrir les ruines de sept villes superposées. La seconde, au-dessous de la surface actuelle du sol, serait l'*Ilium Novum*, la Nouvelle Troie de Strabon; beaucoup plus profondément enfouis se trouvent les débris d'une cité qui semble avoir été détruite par le feu; c'est ce que le savant allemand appelle la ville brûlée, et c'est en elle qu'il reconnaît l'*Ilios* d'Homère, incendiée par les Grecs vainqueurs, — opinion controversée, d'ailleurs, combattue par d'érudits contradicteurs, qui placent la Troie de l'*Iliade* plus loin au sud, près de Bounarbachi.

Avant la fin de l'après-midi, le navire devra quitter Koum-Kalé pour traverser de jour le détroit des Dardanelles. Ce n'est pas que le passage en soit particulièrement difficile, mais, de par les traités, il ne doit être franchi qu'entre le lever et le coucher du soleil, et, si l'astre s'était éteint dans les flots de la mer Egée avant que le paquebot eût été soumis à certaines formalités devant Tchanak-Kalessi, force lui serait d'attendre là l'aube prochaine. Les touristes peuvent s'assurer que pareille mésaventure sera évitée, et le lendemain matin ils s'éveilleront devant le petit port de Moudania, sur la rive asiatique de la mer de Marmara. Le temps n'est plus où des landaus plus ou moins délabrés étaient les seuls véhicules en usage pour se rendre à Brousse. Depuis de longues années, il existait bien une voie ferrée, mais si légèrement construite que jamais on n'avait osé y risquer une locomotive. Aujourd'hui, tout cela est changé : le chemin de fer, solidement établi, fonctionne régulièrement; les voyageurs seront transportés rapidement et sans avoir à débattre les prix avec des cochers généralement peu versés dans nos langues européennes [1].

Le site de Brousse est enchanteur. Bâtie sur les premières pentes de l'Olympe de Bithynie, elle étage sur les collines ses maisons de bois sombre, encadrées dans les grands arbres. Son bazar fait encore la joie des touristes. Mais ils trouveront des jouissances d'art plus rares dans les mosquées et les *turbés* qui les avoisinent, et ils y verront des revêtements de faïences peintes, d'une rare élégance. Il suffit de rappeler ici les noms de Yéchil-Djami, la fameuse mosquée verte, d'Oulou-Djami, dont le *Mihrab* présente un encadrement de faïences polychromes d'une richesse de couleur et de dessin qui rivalise avec ceux des plus beaux tapis d'Orient, et les *turbés* de la Mouradié-Djami, dont certains sont de purs bijoux, d'une exquise délicatesse d'ornementation.

De Moudania à Constantinople, la distance est courte. Le bateau sera devant Stamboul au lever du soleil; puis, s'engageant dans le Bosphore, il le parcourra dans toute sa longueur jusqu'à l'endroit où s'ouvre la mer Noire. Là, rebroussant chemin, il reviendra vers le sud-ouest, permettant aux touristes d'admirer les rives éclairées à souhait par la lumière matinale, et, vers huit heures, il viendra s'arrêter enfin devant Constantinople. La ville se présentera ainsi aux regards dans son meilleur jour et sous son plus pittoresque aspect.

Ce n'est pas un guide que nous prétendons faire ici, et l'on n'attend pas de nous que nous énumérions les curiosités de la cité de Constantin. Du haut de la tour de Galata, le voyageur s'orientera lui-même, son plan à la main, ayant sous les yeux une des plus magnifiques vues qu'il soit possible de rêver. Devant lui, la Corne d'Or; à l'extrême droite, le quartier de Kassim Pacha; les cimetières verdoyants d'Eyoub; puis, en se tournant peu à peu vers la gauche, le Phanar et le monument rougeâtre du Patriarchat Grec, la mosquée Mehmedié, la Suleimanié et ses quatre minarets, le Seraskiérat et sa haute tour, le dôme bas de la Bajazidié Djami; en face du Grand Pont, en bas : la Yéni-Validé Djami; au-dessus, l'Osmanié Djami; puis, à gauche, la mosquée Ahmédié, flanquée de six minarets et dominant les bâtiments de la Sublime-Porte; enfin, écrasée sous sa coupole aplatie, la masse de Sainte-Sophie, et, à la suite, les jardins et les monuments du vieux sérail, à l'extrême pointe de Stamboul. Au delà, dans les lointains, se profilent les îles des Princes, à l'est le quartier de Top-Hané, le Bosphore et la côte d'Asie, où Scutari s'élève en amphithéâtre.

La ville est grande et les courses longues. Aussi le bateau, servant d'hôtel flottant, restera-t-il quatre jours devant Constantinople. Le dernier jour sera un vendredi, et c'est à dessein que l'on a voulu que les touristes fussent ce jour-là à Stamboul. Le vendredi est pour les musulmans ce qu'est pour nous le dimanche. Le vendredi le Sultan se rend solennellement à la Mosquée; dans l'après-midi, les derviches tourneurs de Péra donnent leur séance publique; nous conseillons au touriste de se rendre après, en caïque, aux Eaux-Douces d'Europe. C'est là que le vendredi se donnent rendez-vous les dames turques, qui viennent se promener, s'asseoir sur les rives et babiller entre elles. Dans leurs costumes aux couleurs voyantes, sous leurs voiles mystérieux, elles forment des groupes charmants pour l'œil, mais où l'objectif du photographe jette un trouble subit, s'il est trop ostentiblement braqué.

De Constantinople, revenons à la terre classique. Le bateau séjournant au Pirée, la visite d'Athènes sera des plus faciles. Pas plus que Constantinople, nous n'avons besoin de décrire ici la ville aimée de Pallas. Qui n'a présent à la mémoire le nom de chacun des monuments de l'Acropole : Propylées, Parthénon, Erechthéion, temple de la Victoire Aptère! Le souvenir seul d'Athènes les suscite à la pensée, et bien d'autres encore, le Théséion, si admirablement conservé, le Céramique et ses stèles funèbres, la tour des Vents, etc. Dans le musée de l'Acropole, dans le Polytechnikon, au Musée National, se pressent les chefs-d'œuvre de l'Art grec, statues de toutes les époques, fragments de la frise du Parthénon, figurines de terre cuite, vases peints, — sans oublier l'admirable collection des objets trouvés dans les tombes de Mycènes et de Tirynthe et qui remontent à la plus lointaine antiquité héllénique.

Ce sera par la visite même d'Argos, de Mycènes et de Tirynthe que s'achèvera cette croisière au pays grec. Le paquebot se rendra à Nauplie, et, de là, par train spécial, les voyageurs iront : à Argos, dont l'Acropole porte encore le temple de Hera; à Mycènes ensuite, où Schliemann a cru trouver le tombeau d'Agamemnon et le trésor d'Atrée, où se dresse, fermée par la Porte des Lions, une antique citadelle; à Tirynthe, enfin, dont l'Acropole est ceinte d'un mur cyclopéen, l'un des plus puissants de ceux qui ont résisté au temps.

Nauplie sera la dernière étape de cette longue promenade, et de là le navire ramènera les touristes à Marseille.

Si, comme on doit l'espérer, le précoce printemps d'Orient veut bien leur sourire et leur donner une traversée douce, ils reviendront, avec un regret sans doute pour ces pays d'art et de lumière, mais, l'âme sereine, heureux de rapporter en eux, pour les jours de tristesse et de labeur, une claire vision de beauté qui ne s'effacera jamais.

LA DIRECTION.

[1] Rappelons, à cette occasion, que les touristes n'ont, en cours de route, à supporter aucune dépense imprévue au sujet du transport du bateau à terre et, sur terre, d'une ville à une autre. La *Revue* leur assure à forfait, c'est-à-dire pour une somme fixe payée d'avance, ce transport soit en barque, soit en voiture, chemin de fer, âne ou mulet sur tout l'itinéraire du voyage. Mais il est bien entendu que toute monture, tout véhicule pris par le touriste, en dehors de l'administration de la *Revue*, est à la charge du voyageur. Il en est ainsi, par exemple, de voitures qu'il peut lui plaire de louer pour promenades à l'intérieur ou aux alentours des villes.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Élections académiques

Election à l'Académie des Sciences. — Comme nous l'avions indiqué dans la dernière livraison de la *Revue*, c'est le lundi 29 novembre qu'a eu lieu à l'Académie des Sciences, en remplacement du regretté Schutzenberger, l'élection d'un nouveau membre dans la Section de Chimie.

Les candidats étant MM. Colson, Ditte, Etard, Hanriot, Joly, Jungfleish, Le Bel, H. Le Châtelier, Lemoine, et le nombre des votants 62, le premier tour de scrutin a donné :

22	voix à	M. Ditte.
17	—	M. Le Bel.
14	—	M. Lemoine.
6	—	M. Etard.
2	—	M. Le Châtelier.
1	—	M. Jungfleisch.

Un second tour de scrutin, rendu nécessaire par ce ballottage, a élu membre de l'Académie M. Ditte, par 34 suffrages contre 21 donnés à M. Le Bel, 1 à M. Etard, et 1 à M. Lemoine.

Le nouvel académicien s'est particulièrement voué à la Chimie générale et à la Chimie minérale. On lui doit de remarquables travaux sur les isoméries considérées dans leurs rapports avec la Thermochimie. En Chimie minérale, il s'est appliqué, avec le succès que l'on sait, à l'étude des éléments rares et au perfectionnement des méthodes d'Analyse.

M. Ditte est, depuis plusieurs années, professeur de Chimie à la Sorbonne, où il occupe la chaire illustrée par Henri Sainte-Claire Deville et Debray.

§ 2. — Nécrologie

E. S. Tarnier. — La mort du Professeur Tarnier est venue jeter le deuil dans la famille médicale. La *Revue*, dont l'éminent chirurgien citait les articles comme des modèles de « mise au point » des questions scientifiques, s'associe aux hommages qu'ont rendus à sa mémoire ses collègues de la Faculté, de l'Académie de Médecine et des Société savantes.

M. le Dr Budin a rappelé, sur la tombe du Maître, les sagaces observations qui, dès sa jeunesse, l'avaient conduit à admettre, dans la fièvre puerpérale, l'existence d'un « poison », d'un « virus capable de se propager », d'un « miasme contagieux ». Aussi, fait remarquer notre savant collaborateur, Tarnier, « après avoir montré la nécessité d'isoler les malades, fut-il un des premiers à accepter et à enseigner les bienfaits de l'antisepsie. Il fit plus : c'est à lui que nous devons l'usage, si justement répandu, du *sublimé*. Il a donc puissamment contribué à diminuer la mortalité des femmes en couches ».

En Obstétrique chirurgicale, l'œuvre de Tarnier est considérable : tous les accoucheurs appliquent aujourd'hui ses méthodes et font usage des appareils qu'il a imaginés ou perfectionnés, soit pour aider à l'extirpation du fœtus, soit pour assurer la correction de l'embryotomie et sauver la mère quand s'impose le sacrifice de l'enfant. Pour conserver la vie aux enfants nés avant terme, il inventa la *couveuse* qui, actuellement, a bien fait ses preuves et dont l'emploi se répand de plus en plus.

De tel services méritent à Tarnier la reconnaissance de tous, et c'est justement que son nom restera vénéré non seulement dans le monde médical, où un unanime respect lui était acquis, mais aussi dans le grand public jusqu'auquel sa grande notoriété s'était étendue.

§ 3. — Physique

L'absorption de la lumière dans les corps fluorescents. — M. John Burke a présenté récemment à la *Société Royale de Londres* le résultat d'une expérience qui fournit une indication fort importante sur le mode d'action des corps doués de fluorescence, et conduira peut-être à élargir l'énoncé de la loi de Kirchhoff sur l'égalité des pouvoirs émissif et absorbant.

Voici l'une des formes de l'expérience de M. Burke. En avant d'une plaque photographique P (fig. 1) se trouvent disposés deux cubes égaux de verre d'urane A et B placés de telle façon que, pour frapper la plaque, la lumière émanée de B soit obligée de traverser A. Une source S de lumière, riche en radiations ultra-violettes, éclaire les cubes dans une direction parallèle à la plaque, qui est soustraite à l'action directe de la source.

On fait une première impression en laissant agir la lumière excitatrice sur les deux cubes à la fois; puis, déplaçant la plaque, on produit une deuxième image en éclairant les cubes séparément pendant le même temps que dans la première expérience. Le résultat est qu'au développement on trouve toujours la deuxième impression plus intense que la première.

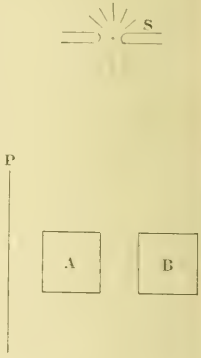


Fig. 1.

L'explication la plus simple de ce curieux phénomène consiste à admettre que le cube A absorbe la lumière émanée du cube B plus fortement lorsqu'il est lumineux que lorsqu'il est soustrait à toute excitation.

A première vue, cette propriété des corps fluorescents semble une conséquence évidente de la loi de Kirchhoff, tout corps lumineux absorbant les radiations qu'il est *susceptible* d'émettre. Mais, en y regardant de près, on trouve que cette loi si importante et qui renferme tant de faits, n'eût pas permis de prédire le phénomène découvert par M. Burke. Cette loi nous dit, en effet, que tout corps possède, *à une température donnée*, un pouvoir émissif et un pouvoir absorbant égaux pour toutes les radiations qu'il émet. Or, nous voyons ici une catégorie de corps qui, sans que leur température ait changé visiblement, modifient leur pouvoir absorbant par le seul fait que, pour une cause apparemment différente d'une élévation de température, ils émettent momentanément, et sous l'action d'un excitant extérieur, des radiations qui s'éteignent en même temps que cesse l'excitation. Par cette excitation, la molécule n'a pas été modifiée d'une façon durable, elle n'est pas devenue susceptible de vibrer à l'unisson de la lumière qui lui parvient, mais si, par une cause extérieure, on lui donne ce mouvement vibratoire, alors, et seulement alors, elle devient un résonnateur pour la radiation identique à celle qu'elle émet.

Une comparaison familière nous fera mieux saisir le mécanisme du phénomène. Supposons une onde sonore arrivant sur un diapason réglé pour donner une autre note; l'onde passera sans être absorbée. Mais si l'on mène le diapason de manière à lui faire rendre un son identique à celui qui lui arrive, alors il agira à la

manière d'un résonnateur et deviendra évidemment absorbant pour la vibration ambiante. Le diapason est ainsi susceptible d'absorber l'énergie vibratoire qui lui arrive non seulement lorsqu'elle correspond à sa vibration naturelle, mais encore quand elle possède une période identique à celle de la vibration forcée qui lui est momentanément communiquée.

Il en est probablement de même des molécules fluorescentes qui exécutent momentanément une vibration forcée, et deviennent, *pour un temps*, susceptibles d'absorber des vibrations de même période.

On cherchera peut-être à sauver l'énoncé habituel de la loi de Kirchhoff, en comparant les molécules fluorescentes clairsemées dans le verre d'urane, à des molécules quelconques douées d'une température fictive correspondant à leur état vibratoire. Cette extension de la notion de température a déjà été tentée à propos de divers phénomènes lumineux différents de l'incandescence, mais on n'est guère arrivé jusqu'ici qu'à amonceler les difficultés sans parvenir à les résoudre.

Il semble plus simple, pour le moment, de supprimer la notion de *température* de la loi de Kirchhoff, trop générale pour être limitée par une idée qui devrait avoir un sens précis et restreint. **Ch.-Ed. Guillaume,**

Physicien du Bureau international des Poids et Mesures.

§ 4. — Géologie et Paléontologie

Les dernières découvertes de M. Ameghino. — M. Ameghino vient de publier sur les Mammifères de la Patagonie un nouveau Mémoire[1], qui causera une grande et légitime surprise dans le monde des paléontologistes et des zoologistes. Nous n'en dirons, aujourd'hui, que quelques mots, nous réservant de revenir un peu plus tard sur les découvertes si importantes faites en Patagonie depuis quelques années.

Dans son dernier travail, le savant paléontologiste de Buenos-Ayres nous fait connaître l'existence d'une *faune crétacée de Mammifères* des plus curieuses. Il ne s'agit pas, comme on aurait pu s'y attendre, de petits Mammifères tels qu'on avait l'habitude d'en rencontrer dans le Jurassique, le Crétacé et même l'Eocène inférieur, mais de grandes formes, excessivement variées, puisque le nombre des espèces s'élève à 115 et qu'elles se distribuent en 18 sous-ordres formant une trentaine de familles et 70 genres. C'est tout un monde nouveau qui nous est révélé.

Cette brillante découverte, qui suit d'assez près celles qu'avait faites M. Ameghino dans le Tertiaire de l'Argentine, va modifier profondément bien des idées sur la phylogénie de certains groupes de Mammifères. Mais qu'importe que nous nous soyons trompés, si les nouvelles découvertes nous rapprochent davantage de la vérité!

La région dans laquelle a été trouvée la faune crétacée comprend, de bas en haut, les formations suivantes :

1° *Formation des grès bigarrés*, sans fossiles, d'âge probablement crétacé et atteignant une épaisseur de plusieurs centaines de mètres ;

2° *Formation guaranienne* ou des grès rouges à Dinosauriens, d'une épaisseur moyenne de 50 à 60 mètres. Ces grès présentent, à la base, des couches marines, à *Liodon argentinus*, d'une vingtaine de mètres d'épaisseur. La partie supérieure renferme de nombreux ossements de gigantesques Dinosauriens. Des couches argileuses surmontent ces grès supérieurs ou y sont intercalées à plusieurs niveaux. C'est dans ces couches (couches à *Pyrotherium*) qu'a été trouvée la faune décrite par M. Ameghino ;

3° Une *Formation patagonienne;*

4° Une *Formation santacruzienne;*

5° Une *Formation Tehuelche;*

La formation guaranienne paraît bien d'âge crétacé à M. Ameghino, car il a trouvé des ossements de Pyrotherium associés à ceux de Dinosauriens. Enfin, les poissons de ces couches semblent également appartenir, d'après M. Smith Woodward, à des formes crétacées typiques. Ce qui achève de rendre cette opinion vraisemblable, c'est le cachet d'ancienneté très marquée de l'ensemble de la faune.

Jusqu'à plus ample information, nous nous rangerons à l'opinion de M. Ameghino.

Un fait qui a d'abord frappé ce savant, c'est que, tandis qu'en Europe, en Asie et dans l'Amérique du Nord, le nombre des Mammifères augmente de plus en plus de la base du Tertiaire jusqu'à nos jours, dans l'Argentine, le nombre des représentants de cette classe paraît augmenter graduellement, au contraire, à mesure que l'on descend dans les couches plus anciennes, jusqu'au Crétacé (couches à *Pyrotherium*). C'est donc l'inverse de ce que l'on observe dans les autres continents.

Le caractère le plus saillant de la faune crétacée de la Patagonie est la prédominance des Ongulés, qui constituent les trois quarts des espèces, tandis que les Edentés, qui donnent un cachet si spécial aux faunes mammalogiques tertiaires de l'Amérique du Sud, jouent ici un rôle tout à fait secondaire. Il faut surtout retenir ce fait, très important, c'est que les différents groupes étaient moins éloignés les uns des autres (et par suite moins différenciés) que dans les temps plus récents. Ils conservaient, spécialement dans la dentition, des caractères communs qui rendent très difficile, sinon impossible, la détermination de dents isolées. M. Ameghino ajoute qu'il s'est trouvé souvent embarrassé pour distinguer une molaire d'un Toxodonte de celle d'un Typotherium, ou d'un Tillodonte, ou d'un Ancylopode, ou même d'un singe. *Tous les Ongulés paraissent converger vers un type unique*, ce qui prouve qu'on est près d'une souche commune. On peut alors prévoir que, dans un étage inférieur, on ne pourra plus tracer la limite des différents sous-ordres d'Ongulés.

« A cette époque reculée existaient déjà des Primates (*Notopithecus*, *Eupithecus*), alliés des Lémuriens et surtout des *Adapis*, mais tellement voisins de certains Ongulés (*Archæophylus*) du groupe des Protypothéridés, qu'ils se relient à ceux-ci d'une manière à peu près continue, tandis que, par la forme des molaires, ils se rapprochent des Ancylopodes et des Tillodontes. »

Les Ongulés et les Ongniculés viennent également se confondre par deux lignes différentes en une souche commune.

Au point de vue de la morphologie et de l'évolution des différentes parties du squelette, les faits révélés par M. Ameghino sont également des plus curieux. L'examen de la dentition des formes crétacées ne confirme pas la théorie de la trituberculie et de la complication graduelle, car la plupart des types ont des dents quadrangulaires qui ne deviennent triangulaires que plus tard. On a donc *une simplification, au lieu d'une complication*.

Par la conformation de leurs dents, les premiers Mammifères n'étaient ni omnivores, ni carnivores, ils avaient des molaires à pointes ou à crêtes mal définies, et les différents types des époques plus récentes ne se sont accentués que progressivement.

Les grands plis des dents que l'on croyait résulter de l'enfoncement de la couche de l'émail seraient dus à une autre cause : le développement inégal des papilles des molaires.

La théorie de la brachyodontie et de l'hypselodontie ne serait pas exacte, car les Mammifères crétacés étaient brachyodontes ou hypselodontes, suivant l'âge.

Les dents des formes crétacées étaient généralement en *série continue*. Les intervalles dentaires n'ont été acquis que plus tard, et il est frappant de voir l'ancêtre

[1] Florentino Ameghino : *Mammifères crétacés de l'Argentine*; deuxième contribution à la connaissance de la faune mammalogique des couches à *Pyrotherium*.

des chevaux avec un crâne raccourci, sans diastème. Enfin, ces types primitifs n'offraient pas de différence entre les incisives, la canine et la première molaire.

Les *espèces crétacées étaient presque toutes pentadactyles et plantigrades*, et le péroné venait s'appuyer largement sur le calcanéum, tandis que l'astragale était très oblique. C'est là un état très primitif de la patte, qui était tordue en dehors, tandis que le relèvement et le renforcement de l'astragale correspondent au redressement du membre.

On voit, par ce rapide aperçu, les nombreux et importants problèmes soulevés par la découverte de M. Ameghino. Tous les Mammifères crétacés de la Patagonie ont un cachet archaïque prononcé et ils paraissent, sinon la souche des Mammifères, au moins des formes peu évoluées qui doivent être assez voisines des types primitifs. C'est ainsi que la série des Equidés s'enrichit d'un type nouveau, le *Notohippus*, dont les pattes avaient cinq doigts et étaient conformées comme celles des *Meniscotherium*, tandis que les dents étaient en série continue, très serrée, que les incisives ressemblaient à la canine et à la première molaire et que l'astragale était très oblique. Quel chemin parcouru pour arriver aux chevaux actuels!...

Nous n'ajouterons qu'un mot pour terminer ce compte rendu provisoire. C'est que les découvertes comme celles de M. Ameghino font époque dans l'histoire d'une science.

Ph. Glangeaud,
Docteur ès sciences.
Collaborateur au Service
de la Carte géologique de la France.

§ 5. — Géographie et Colonisation

Les travaux publics aux colonies : Les chemins de fer. — Une discussion s'est élevée sur ce sujet au dernier dîner mensuel de l'Union Coloniale Française. Nous sommes doublement désireux d'en parler ici, d'abord à cause du sujet lui-même qui rentre dans le cadre de la *Revue*, et plus encore à cause des observations très suggestives auxquelles il a donné lieu.

Les chemins de fer aux colonies! Il semble à M. Chailley-Bert, — chargé d'exposer le sujet de discussion, — qu'ils représentent à eux seuls la préface de toute colonisation. Ils sont, en effet, les meilleurs instruments de domination et de richesse. Après la période de conquête vient celle de la pacification. Pour le prompt achèvement de l'une et de l'autre, la construction de lignes de chemins de fer paraît indispensable. Que de vies épargnées, que d'argent économisé, si, dès les premiers mois de l'installation de notre protectorat à Madagascar, nous avions pris soin de créer des routes et plus tard une voie ferrée jusqu'à Tananarive! Au Tonkin, si à l'heure actuelle, après dix ans d'occupation, la piraterie n'est pas encore complètement réprimée, n'y voyons pas d'autre cause que l'insuffisance des voies de communication. Auxiliaire de la pacification et du maintien de l'ordre, la construction des chemins de fer aux colonies est aussi nécessaire au développement de la colonisation. Nul ne peut le méconnaître, et cependant combien peu nombreux et de faible étendue sont nos réseaux de chemins de fer coloniaux!

En Afrique, Algérie et Tunisie exceptées, en dehors du chemin de fer de Dakar à Saint-Louis (150 kilomètres), dont les défectuosités et les mécomptes ont fait l'objet d'une enquête prescrite par le Gouvernement, et du tronçon de Kayes à Bafoulabé (100 kilomètres) dont le prix de revient n'a jamais pu être établi, — nos voies de communication sont dans le même état qu'avant notre arrivée dans le pays. Ce sont de simples sentiers ou mieux des pistes suivies par les indigènes. Pendant que les Anglais consacrent des sommes énormes en travaux d'utilité publique, qu'ils construisent actuellement deux chemins de fer destinés à nous ravir tout le profit de notre occupation au Soudan et mettent à exécution leur plan gigantesque de réunir la colonie du Cap à l'Egypte par une voie ferrée, nous n'avons d'autre souci que celui d'augmenter les crédits affectés aux dépenses militaires et administratives. Au Congo, les Belges ont achevé leur chemin de fer de 400 kilomètres de Matadi au Stanley-Pool. Les Allemands viennent de commencer un chemin de fer dans leur colonie du sud-est africain, avec des crédits qui en assurent le prompt achèvement.

Quant à nous, au contraire, ce que nous avons fait est bien peu. Dans l'île de la Réunion, il existe un chemin de fer qui fait le tour de l'île; il a fallu, pour le terminer, dix ans de travail. Le service des obligations du port de Saint-Denis et de ce chemin de fer, dont l'utilité commerciale est médiocre, coûte à l'Etat près de 2.500.000 francs par an. Dans l'Inde française, une ligne de 12 kilomètres, concédée à une Compagnie anglaise, réunit Pondichéry aux lignes indiennes, et ce précieux héritage de notre ancienne et plus riche colonie disparaîtra bientôt, faute d'une ligne reliant la capitale à Goudelour. En Indo-Chine enfin, le chemin de fer de 71 kilomètres qui relie Saïgon à My-Tho est tout ce qui subsiste d'un vaste projet de construction de voies ferrées conçu par M. Le Myre de Vilers; ne parlons du Tonkin que pour mémoire, car nous estimons que les 105 kilomètres du railway à voie de 60 centimètres qui relie Phu-Lang-Thuong à Lang-Son, ne sont que l'amorce d'une ligne dont l'utilité ne sera prouvée qu'après achèvement complet du tronçon qui reliera Lang-Son à la frontière de Chine à Dong-Dang. Voilà, très rapidement exposé, le bilan de nos efforts industriels accomplis depuis dix ans dans notre immense empire colonial. La comparaison avec les efforts de nos rivaux serait accablante pour nous, mais nous la dirons quelque jour. Mieux vaut bien connaître le mal et ses causes, pour appliquer les remèdes appropriés.

Causes et remèdes ont été très rapidement étudiés au cours de cette réunion. Pour M. Chailley-Bert, si les colonies sont dépourvues de routes et de chemins de fer, cela tient, en majeure partie, à ce que leur organisation politique et administrative les pousse, avec une force irrésistible, vers un fonctionnarisme qui absorbe toutes leurs ressources. Toutes les fois que la question d'un railway à construire dans une de nos colonies se pose, c'est à la Métropole qu'incombe le soin de faire face à la dépense; or, le Parlement, absorbé par la besogne écrasante des affaires métropolitaines, ne consacre à l'examen des questions de ce genre qu'une attention peu soutenue, lorsqu'il ne le rejette pas de parti pris.

M. Etienne, qui a pris ensuite la parole, pense que nos colonies souffrent de l'absence, en France, d'un instrument de crédit, d'une banque coloniale dont les capitaux seraient consacrés aux grands travaux d'utilité publique. Sans doute, comme le souhaite M. Mercet, il conviendrait que les actionnaires fussent avisés de la destination de leurs capitaux et aussi que les premières opérations fussent exécutées avec toutes les garanties désirables pour en assurer la rétribution. Mais il est probable que le pays, bien préparé par une campagne de conférences coloniales, accueillerait favorablement la création d'un tel établissement de crédit.

M. Charles-Roux regrette que le Gouvernement ne soit pas amené à dire nettement la liste des travaux les plus urgents à accomplir, et M. Siegfried prie l'Union Coloniale de préparer un tableau de comparaison de nos voies de pénétration, spécialement en Afrique, avec les voies de pénétration étrangères. — Nous reviendrons prochainement sur cette importante question des chemins de fer aux colonies. **Joseph Godefroy.**

LES VARIATIONS DE PÉRIODE DES RAIES SPECTRALES

Le travail publié, il y a un an environ, par M. Zeeman [1], sur les changements produits dans l'émission de la flamme du sodium par le champ magnétique, a appelé l'attention des physiciens sur les phénomènes qui se passent dans ce champ. A cette occasion, les idées de M. Lorentz sur la théorie électromagnétique semblent avoir pris crédit auprès d'un grand nombre de physiciens. D'autres, au contraire, se sont élevés contre elles. Il nous semble intéressant, à propos de ce mouvement scientifique, d'étudier les circonstances dans lesquelles la période d'une radiation peut changer, et de dire quelques mots au sujet des théories qui peuvent rendre compte des phénomènes.

I

Depuis 1822, les radiations émises par un corps gazeux incandescent sont considérées par beaucoup de physiciens comme spécifiques. C'est à Herschell qu'on doit les premières idées nettes à ce sujet. Un fait semble cependant avoir longtemps arrêté la science sur ce point : c'est l'apparition, dans toutes les circonstances, de la raie jaune du sodium. Talbot, dans de nombreuses études sur les flammes colorées, se montre singulièrement préoccupé de la présence constante de cette raie. Aussi fallut-il attendre quarante ans, et arriver aux travaux de Kirchhoff et Bunsen, pour acquérir une certitude scientifique sur la question. Actuellement, la spécificité des radiations simples, émises par une vapeur incandescente, est une des notions fondamentales de la Physique. Dans quelles limites ces radiations sont-elles constantes? sous quelles actions l'émission d'une source peut-elle changer? Telle est la question que nous allons examiner tout d'abord.

Diverses conditions physiques peuvent influer sur la production du spectre d'une vapeur. Les plus essentielles sont la température et la pression. Une première observation montre immédiatement que les conditions de production ont la plus grande influence sur le spectre. Les lignes obtenues dans le chalumeau à gaz ou dans l'arc électrique sont souvent très différentes pour un même corps. Non seulement une même ligne ou bande y change d'éclat, mais des lignes nouvelles apparaissent ou disparaissent quand on passe de l'un à l'autre. Si on produit le spectre en excitant la luminescence de la vapeur dans un tube de Plücker, d'autres changements encore se produisent. Dans ces tubes eux-mêmes, suivant les conditions de l'expérience, un même gaz peut présenter deux spectres distincts. L'azote, par exemple, donne, suivant la pression dans les tubes, deux spectres absolument distincts. Certains physiciens les ont attribués à des corps composés qui se formeraient; d'autres, à l'existence de divers états allotropiques. Il n'en est pas moins vrai que l'augmentation de température amène tous les corps gazeux à émettre un spectre continu. Cela a été montré par Frankland, Lockyer et Cailletet. L'augmentation de pression dans un tube à décharge exigeant une dépense plus grande d'énergie, la température est plus élevée et les modifications correspondantes se produiraient par ce seul fait, d'après Salet.

Dans la flamme elle-même, quand la température s'élève, le spectre se complique. Cela a été vu par MM. Wolf et Deacon pour le sodium, par M. Mascart pour le thallium.

Enfin, en 1896, MM. Jewell, Humphreys et Mohler, travaillant sous la direction de M. Rowland, ont établi un fait tout à fait inattendu. Ils ont fait jaillir l'arc électrique en vase clos, sous pression, et ils ont vu les raies des substances volatilisées dans l'arc se déplacer dans ces conditions. Quand on augmente la pression, les raies se déplacent vers le rouge; quand on les diminue, elles se déplacent vers le violet. Les déplacements ainsi obtenus sont extrêmement faibles; ils sont cependant nettement mesurables, et les auteurs ont cru pouvoir avancer que le déplacement était proportionnel au produit de la dilatation linéaire de l'élément pris à l'état solide par la racine cubique du poids atomique. Pour un même élément, le déplacement est d'autant plus grand que la raie considérée est moins réfrangible. Le spectre du carbone fait exception à ces règles; de toutes ses raies, une seule subit par l'augmentation de pression une variation mesurable. Cela amène l'auteur à cette conclusion intéressante, que la pression des diverses vapeurs dans l'atmosphère solaire est d'autant plus grande que le poids atomique en est plus élevé. Il y a donc superposition des vapeurs dans l'ordre de leurs poids atomiques. Cette conclusion est déduite des comparaisons des raies des différents métaux dans l'atmosphère solaire et dans l'arc électrique.

Ce dernier travail nous montre, pour la première fois, des raies spectrales se déplaçant dans un sens déterminé sous une action physique; nous allons

[1] Voir la *Revue générale des Sciences*, t. VIII, p. 298.

voir tout à l'heure que c'est un phénomène du même genre qui a été vu par M. Zeeman. Mais, avant d'aborder les travaux de ce savant, nous devons dire un mot de ceux qui l'ont précédé dans la voie qu'il a suivie, et qui ont aperçu une action du champ magnétique sur la lumière émise par une source. Une observation déjà ancienne de Chautard nous a appris qu'un tube de Plücker, placé dans un champ magnétique, subit, du chef de celui-ci, des modifications. Pour le soufre et le sélénium, le spectre diminue d'éclat. Pour le chlore et le brome, il augmente d'éclat, et en même temps des raies nouvelles apparaissent.

Il est probable que, dans ces conditions, les raies qui semblaient rester en place subissent une modification de longueur d'onde. Je ne connais pas d'expériences tentées à ce sujet depuis le travail de M. Zeeman et avec les puissantes dispersions aujourd'hui atteintes. Il y aurait là peut-être le sujet d'une intéressante étude.

En 1862, Faraday entreprit de rechercher l'action d'un champ magnétique sur une flamme; il ne trouva rien.

Enfin, en 1885, M. Fiévez, cherchant, comme MM. Jewell, Humphreys et Mohler, des applications astronomiques, et songeant aux intenses champs magnétiques produits à la surface du Soleil, essaya l'action du champ magnétique sur la flamme du sodium. Il observa un élargissement des raies, et, en même temps, un renversement, et même un double renversement; c'est-à-dire qu'il observa d'abord la présence d'une ligne noire au milieu de la ligne brillante élargie, puis l'apparition d'une ligne brillante au milieu de la ligne noire. Fiévez opérait normalement au champ; nous allons voir, d'après l'expérience de Zeeman, qu'il devait voir alors un triplet, qu'il interpréta par un double renversement, mais non un doublet. On ne sait donc pas à quoi attribuer le renversement simple observé dans cette expérience. Peut-être une perturbation malheureuse lui a-t-elle donné un premier renversement, ce qui l'a lancé sur une mauvaise piste. Il n'est pas question, dans le travail de Fiévez, de la polarisation de la lumière émise dans le champ magnétique.

Nous arrivons maintenant à la découverte finale, à celle qui nous a donné une notion scientifique précise de l'action d'un champ magnétique sur une source lumineuse. Les lecteurs de la *Revue* sont déjà au courant de la grande découverte de M. Zeeman par un article fait par lui-même [1]. Nous rappellerons seulement le fait principal. Dans l'observation normale aux lignes de force, une raie spectrale est transformée en un triplet quand le champ magnétique et la dispersion sont suffisants; les deux raies marginales sont polarisées parallèlement, la raie centrale perpendiculairement aux lignes de force. Cela veut dire que, pour la raie centrale, la vibration de Fresnel est dirigée suivant la ligne de force.

Quand on observe dans le sens des lignes de forces, la raie D se dédouble en deux circulaires, l'une droite, l'autre gauche, de longueurs d'onde différentes.

Quand on ne prend pas de précautions spéciales, on n'observe qu'un élargissement de la raie observée. Pour l'observation tout à fait précise du phénomène, il est bon d'utiliser les procédés de M. A. Cornu. Pour l'observation normale, ce physicien réalise deux plages polarisées à angle droit et superposées, au moyen d'un prisme de Wollaston et d'une aiguille placée au plan focal de l'oculaire d'observation. Dans ces conditions, on voit une ligne continue quand le courant ne passe pas dans l'électro-aimant. Quand le courant passe, on voit deux lignes distinctes se former dans la plage polarisée parallèlement aux lignes de force, de part et d'autre de la position occupée antérieurement par la raie. Dans l'autre plage la raie ne change pas.

En même temps que M. A. Cornu, M. A. Michelson reprenait la question. Il employa son célèbre appareil interférentiel, qui lui a permis de mesurer le mètre en longueurs d'onde [1], et d'établir ce fait remarquable, que les raies du spectre et celles du gaz n'étaient pas simples, en général, mais comportaient un petit spectre continu, étalé sur une très petite région, mais présentant une répartition d'énergie parfois très variable avec la longueur d'onde. Il arriva, lui aussi, à cette conclusion que le phénomène n'était pas dû à un simple étalement des raies, mais à la formation d'un doublet ou d'un triplet, suivant le sens de l'observation. M. Michelson a cru trouver là une raison pour infirmer la théorie de Lorentz. Nous montrerons plus loin pourquoi nous ne partageons point son avis, tout en condamnant la théorie de Lorentz pour d'autres raisons.

II

Nous venons de voir dans quelles conditions peut varier la longueur d'une onde émise par une source. Des actions du même genre peuvent-elles se produire en agissant sur le rayon lumineux lui-même, à distance de la source? Nous allons montrer

[1] Voyez : P. Zeeman, *L'Optique et la théorie des Ions*, dans la *Revue générale des Sciences* du 15 avril 1897.

[1] Voyez : Albert A. Michelson, *Les Méthodes interférentielles en Métrologie et l'établissement d'une longueur d'onde comme unité absolue de longueur*, dans la *Revue générale des Sciences* du 30 juin 1893, p. 369 et suivantes.

qu'aucune action connue ne produit cet effet, malgré les apparences dues à la phosphorescence, à la fluorescence, au phénomène de Döppler-Fizeau.

La réflexion, la réfraction, la polarisation, l'interférence, la diffraction, nous montrent que les ondulations lumineuses qui ont subi régulièrement ces actions, ont toujours la même longueur d'onde dans l'air, donc la même période. Quand une radiation, au contraire, subit la réfraction, nous savons que sa longueur d'onde change. Il nous semble évident que la période est immuable, et les expériences de Foucault nous montrent bien que cette vue de l'esprit est exacte, puisqu'il trouve directement, pour le rapport des vitesses de propagation dans l'air et l'eau, l'indice de réfraction de ce dernier milieu. Nous avons donc la certitude expérimentale que lorsqu'une onde se propage en subissant seulement quelques-unes des actions sus-mentionnées, sa période est absolument immuable.

Cependant, quand une radiation se transmet à travers un milieu pondérable, il y a toujours absorption plus ou moins grande, et c'est à ce fait qu'est due la dispersion. La lumière absorbée est transformée presque toujours en chaleur, sauf dans le cas des substances sensibles, où il y a transformation directe en énergie chimique. Le corps s'échauffant rayonne, et il y a, par conséquent, production de radiations ayant des longueurs d'onde différentes de la radiation excitatrice. D'autres corps présentent une propriété plus particulière encore. Pour eux, la radiation ne subit pas la transformation préalable en chaleur; une radiation déterminée se transforme en une autre, de longueur d'onde moindre, il est vrai, comme l'a montré Stokes, mais dont l'émission n'est pas causée par une élévation de température du point frappé. Ce sont les corps fluorescents. Dans certains d'entre eux, l'énergie rayonnée est inférieure à l'énergie absorbée. Celle-ci s'emmagasine sous une forme dont nous n'avons aucune notion, pour rayonner ensuite pendant un temps plus ou moins long. Les corps qui émettent ainsi, après insolation, des radiations lumineuses, sont appelés phosphorescents. M. H. Becquerel a montré que les sels d'uranium ont une propriété analogue pour des radiations intermédiaires entre l'ultra violet et les rayons X.

Mais ce sont là des propriétés qui n'ont aucune relation avec la propagation même de l'énergie radiante. Celle-ci est partiellement ou totalement absorbée en certains points, et les points correspondants deviennent l'origine d'une propagation nouvelle. Il y a une véritable transformation d'énergie, et propagation d'ondes nouvelles n'ayant de rapports ni comme période, ni comme phase, ni comme direction de propagation, avec la radiation excitatrice. Il n'y a donc pas changement de la période d'une radiation en ces points, ce n'est plus la même radiation qui se propage. Les divers points d'une substance fluorescente émettent des vibrations sans relation de phase entre elles, même si la source lumineuse excitatrice est un point.

Dans le phénomène de Döppler-Fizeau, nous voyons bien des raies spectrales se déplacer, mais c'est encore une action qui dépend de la relation entre les corps matériels, source et récepteur, lesquels ont un mouvement relatif. L'éther ne joue aucun rôle dans ce phénomène : il transmet seulement ce qu'il reçoit, sans y apporter aucune modification.

Il était naturel de chercher si cette immuabilité de la période était bien absolue, et si le champ magnétique ne créait pas une exception. Les expériences de M. Zeeman donnent un corps à la doctrine tourbillonnaire de Thomson et Maxwell : il fallait chercher si de l'énergie cinétique de même nature que celle du mouvement lumineux ne pouvait pas se comporter autrement que les résistances passives dues à l'existence de matière inerte, si la loi de la conservation des périodes dans la propagation par onde était absolue.

Les premiers qui se soient posé cette question sont Forbes, dont les idées furent soumises à la discussion de Maxwell, et Tait, qui essaya, mais en vain, de voir le dédoublement d'un polarisé traversant un champ magnétique. A propos de ses expériences sur le phénomène de Zeeman, M. A. Cornu fit le même essai avec la liqueur de Thoulet, et le résultat fut également négatif. Avec les rotations spécifiques infiniment petites des corps mis en expérience, on pouvait se demander si deux rayons aussi peu différents et de même origine ne réagiraient pas l'un sur l'autre, de manière à produire de la lumière, soit rectiligne, soit elliptique. En admettant, en effet, pour cause de la rotation du plan de polarisation dans la liqueur de Thoulet, un effet de cette nature, on trouve que la période serait altérée de $\frac{1}{2.000.000}$ de sa valeur. Il n'est pas impossible qu'une synchronisation de deux mouvements de même origine et aussi voisins puisse exister. J'ai essayé l'expérience, en donnant, par un artifice, à mon réseau une dispersion suffisante, et j'ai eu un résultat négatif.

Mais il existe un corps dont la rotation est infiniment plus grande : c'est le fer, qui donne une rotation de 50′ pour une épaisseur d'environ 0,01 micron. Dans ces conditions, il ne saurait plus être question de l'explication précédente, mais on pou-

vait se demander si, à côté du changement de vitesse de propagation qui produit certainement la majeure partie du phénomène, il n'y avait pas une petite partie de l'effet due à un changement de période. J'ai alors fait des lames de fer transparentes par voie électrolytique sur verre platiné, et j'ai pu, par des mesures précises, montrer qu'une circulaire traversant une lame de fer ne subissait aucun changement de période, ou que, si ce changement de période existait, et si on admettait la synchronisation dont il a été parlé tout à l'heure, il ne pourrait pas produire plus de $\frac{1}{4.000}$ de la rotation observée.

Il me semble donc bien établi que, tant qu'un mouvement se propage par ondes, rien ne peut altérer sa période. Quand, au contraire, il y a en un point une transformation d'énergie causée par la présence d'un corps matériel et que, sous l'action de cette transformation, le corps matériel devient source lumineuse, toutes les variations des agents physiques influent sur la lumière qu'il émet, que ce soit la température, la pression, ou le champ magnétique Dans cette manière de voir, l'éther lumineux nous apparaît comme doué de la propriété de transmettre des ondes, sans pouvoir être influencé par une cause quelconque, même par les plus violents phénomènes dont il est le siège. Gardons donc cette conception à peu près suffisante pour fixer nos idées, mais croyons bien qu'elle n'est peut-être nécessaire que pour servir de sujet au verbe onduler.

III

Abordons maintenant l'étude des idées théoriques qui ont été émises pour interpréter les phénomènes.

Un premier fait à expliquer est l'existence de trois radiations polarisées rectilignement normalement au champ, alors qu'il n'y en a que deux parallèlement au champ, et polarisées circulairement. Nous sommes ici en présence d'un fait paradoxal. Il semble qu'il y ait cinq radiations et que la propagation ne se fasse que dans une seule direction pour chacune d'elles. Le principe de l'incompressibilité de l'éther va nous montrer que ces radiations peuvent se réduire à trois, par de simples considérations cinématiques.

La vibration matérielle parallèle aux lignes de force ne pourra, en effet, transmettre aucun mouvement ainsi orienté dans sa direction, car il serait longitudinal, ce qui est incompatible avec l'incompressibilité de l'éther. Dans les idées de Cauchy à la fin de sa vie, le mouvement doit être invanescent dans cette direction, et c'est ce que l'expérience vérifie.

Quant aux deux mouvements circulaires propagés dans le sens des lignes de force, ils sont vus par la tranche pour un observateur qui regarde normalement aux lignes de force, et donnent lieu, par conséquent, à une vibration rectiligne. La composante normale ne peut d'ailleurs se propager.

Il reste à se demander ce que peut être la surface de l'onde pour des vibrations de cette nature; la question est ouverte, peut-être n'est-elle pas près d'être résolue. Mais une conclusion de première importance me semble pouvoir être tirée de là : c'est que la vibration de la lumière polarisée est celle de Fresnel. En effet, la vibration dont la période est inaltérée est polarisée normalement aux lignes de force; elle ne se propage pas dans le sens des lignes de force, cela ne peut s'expliquer que si elle a cette direction. Les deux circulaires ont comme plan de vibration le plan normal aux lignes de force; leur plan de polarisation passe par les lignes de force; la vibration qu'ils transmettent est donc forcément normale au plan de polarisation. Ainsi se trouve vidée, il me semble, cette grosse question qui, de l'avis de tous les physiciens, depuis la discussion des expériences d'Otto Wiener[1] par M. Poincaré[2], nécessitait la découverte d'un phénomène d'ordre nouveau. Pour être rigoureuse, cette démonstration exige que les deux circulaires et les deux rayons polarisés parallèlement aux lignes de force aient exactement la même période.

Telles sont les idées cinématiques que l'on peut émettre au sujet des expériences de Zeeman. Nous sommes restés jusqu'ici sur un terrain solide. Nous allons entrer maintenant dans les idées dynamiques, c'est-à-dire dans les essais tentés pour connaître la nature intime des choses. Dans cette question, comme dans toutes les autres, nous allons nous trouver dans l'incertitude.

M. Zeeman a montré que son phénomène s'expliquait par certaines formes d'équations obtenues en considérant une molécule en mouvement comme animée d'un mouvement pendulaire simple doué d'une période propre, *indépendant du mouvement des parties voisines*, mais auquel s'ajoute un terme proportionnel à la vitesse. Ce dernier est dû à ce que la molécule considérée est chargée d'électricité, et que, étant en mouvement, elle doit, d'après les idées de Maxwell, être soumise à l'action d'un champ magnétique, le terme correspondant étant proportionnel à la force magnétique et à

[1] Sur les expériences de M. Otto Wiener, voyez l'article de M. L. Olivier : *La confirmation expérimentale de la théorie de Fresnel*, dans la *Revue générale des Sciences*, du 30 janvier 1891, t. II, p. 64.

[2] Sur cette discussion, voyez la *Revue annuelle de Physique*, par M. Gariel, dans la *Revue générale des Sciences* du 30 juin 1891, t. II, p. 415 et suivantes.

la vitesse de la molécule chargée, que nous appellerons dès lors un ion.

Dans ces idées, nous considérons chaque point de la flamme comme le siège d'un mouvement moléculaire constamment entretenu par la transformation d'énergie qui produit le phénomène, et sur lequel le mouvement des parties voisines n'a qu'un effet négligeable. Celà est la traduction de ce fait expérimental que les ondes issues des divers points d'une flamme sont incohérentes. Quant à l'existence de l'ionisation dans la flamme, elle me semble découler des deux faits expérimentaux suivants : 1° les gaz de la flamme déchargent les corps électrisés; 2° le passage des gaz de la flamme dans un ozoniseur leur enlève cette propriété (Villari). Cela est tout à fait indépendant des théories électrodynamiques de M. Lorentz. Celles-ci me semblent inacceptables pour bien des raisons. Elles remplissent l'espace de trois ou quatre fluides ou matières différentes. Elles admettent l'existence d'ions chargés en tous les points de l'espace. C'est au transport des ions dans les conducteurs que serait dû le courant électrique. C'est à leur déplacement dans le diélectrique que serait dû le courant de déplacement. Cela me semble inadmissible, puisque nous savons, par le théorème de Poynting, que le flux d'énergie est normal au conducteur, et qu'il lui est transmis à travers le diélectrique ambiant. Le conducteur est un lieu de consommation d'énergie, mais une explication dynamique rationnelle du courant électrique ne doit pas être cherchée dans un phénomène longitudinal. De plus, pour M. Lorentz, les ions existent partout. Le phénomène de Zeeman devrait donc se produire au lieu de celui de Faraday quand un rayon polarisé traverse un champ magnétique. L'expérience a montré qu'il n'en est rien.

Quant à l'objection de M. Michelson, dont nous avons parlé, c'est la suivante. Selon lui, la théorie de M. Lorentz exigerait un élargissement des raies et non une scission nette. C'est, en effet, ce qu'avait observé M. Zeeman, mais la théorie qu'il donne nécessite au contraire l'existence de radiations distinctes. La critique de M. Michelson est donc sans fondement. La théorie de M. Lorentz relativement aux phénomènes électrodynamiques me semble d'ailleurs suffisamment infirmée par l'expérience de Faraday, mais il me semble aussi qu'elle est applicable au cas de M. Zeeman où une source d'énergie donne précisément à la molécule et d'une manière fugitive, cette propriété électrique qui la transforme en un ion, utilisant ainsi, d'une manière tout à fait analogue à ce qui se passe dans la pile, l'énergie non compensée de la réaction chimique.

Mais, ne croyons pas cependant avoir l'explication précise du phénomène. Il présente, en effet, une anomalie bien vue par MM. Egoroff et Giorgewski, nettement observée par M. A. Cornu : c'est que toutes les raies d'une même flamme ne subissent pas le phénomène. Il semble que les raies spontanément renversables soient les seules à le présenter. C'est là le point délicat de la question, celui qu'il faut approfondir maintenant pour se faire une idée vraiment nette du phénomène.

Je ne veux pas terminer cet article sans dire un mot des idées qu'a suggérées à M. H. Becquerel la comparaison des phénomènes de Zeeman et de Faraday. M. H. Becquerel calcule la période du mouvement tourbillonnaire du champ magnétique en admettant qu'il s'ajoute algébriquement à la vibration naturelle dans le phénomène de Zeeman. Il trouve alors $6{,}36 \times 10^5$ tours par seconde pour un champ égal à l'unité C. G. S. Passant alors au phénomène de Faraday, il s'appuie sur ce fait que la période d'une ondulation transmise est immuable, mais que la réaction élastique d'un milieu dépend de la vitesse relative des molécules par rapport au milieu. Si donc le milieu a une rotation propre, un rayon circulaire droit et un gauche de même période auront deux vitesses différentes de propagation, qui devront différer avec la vitesse du faisceau sans champ magnétique de quantités égales. C'est là ce que M. A. Cornu a établi en 1884. M. Becquerel déduit de ce fait la vitesse de rotation $6{,}64.\ 10^5$, en coïncidence remarquable avec la première. Il y aurait bien là une difficulté si l'on cherchait à se rendre compte des faits par des hypothèses moléculaires, car nous ne pouvons concevoir des tourbillons sans discontinuités. Peut-être l'image dynamique du phénomène ne sera-t-elle jamais accessible : contentons-nous de ce que donne l'expérience, et, sans chercher à nous faire une image trop précise et par conséquent fausse des faits, disons seulement : Le champ magnétique est caractérisé par un vecteur de la nature d'une rotation, de même que le rayon lumineux circulaire, et ces deux vecteurs représentent des quantités de même nature. Il serait imprudent d'aller plus loin.

André Broca,
Préparateur de Physique
à la Faculté de Médecine de Paris.

LA PÉNÉTRATION COMMERCIALE AU SOUDAN CENTRAL

Il s'est fait dans le public, à l'égard des colonies tropicales de la France, une évolution bien intéressante. Le public a commencé par ignorer d'elles à peu près tout, sauf l'existence. Puis, lorsqu'il les a découvertes, à la suite d'une énergique propagande, il s'est contenté pendant quelque temps d'admirer en bloc les « Indes Noires », et d'applaudir de confiance à la « conquête du Tchad ». Aujourd'hui sa curiosité va plus loin. L'accueil fait aux notices substantielles publiées par divers recueils — et notamment par la *Revue générale des Sciences* — démontre qu'il a pris goût à l'information précise. Que sait-on, après tout, de ces acquisitions nouvelles saluées par les uns comme la grande pensée du siècle, et auxquelles d'autres témoignent une invincible défiance? Qu'y a-t-il de positif et d'hypothétique dans ce qu'on nous raconte de leur richesse présente? Parmi leurs produits connus, lesquels peuvent être vendus sur nos marchés avec bénéfice, et quel chemin prendre pour les y faire venir? Voilà ce qui intéresse bien plus que les discussions théoriques. En un mot, ce qu'on demande, c'est cet ensemble de renseignements pratiques que, depuis près d'un siècle, la presse britannique a coutume de servir à ses lecteurs. Le Soudan a déjà inspiré à cet égard plus d'une étude intéressante. Mais, — était-ce que l'auteur croyait d'avance à l'excellence de telle entreprise? — presque toujours l'enquête a tourné au panégyrique. Essayons de faire, en ce qui concerne le Soudan central, acte d'inventaire impersonnel et précis.

I. — Les produits du Soudan central.

L'histoire n'a pas réuni en une destinée commune tous les pays de la zone soudanienne. Dans l'Ouest, un peuple pasteur, pris d'un élan de prosélytisme et de conquête, s'est imposé aux Noirs et a groupé autour d'une même suzeraineté religieuse ces royaumes foullas que se partagent aujourd'hui la France, l'Angleterre et l'Allemagne. A l'Est, le Sennar, le Kordofan et un instant le Dar-Fôr, ont subi la loi des maîtres du Nil. Autour du Tchad ont subsisté indépendantes, flanquées au Sud de tribus païennes sans cohésion et sans histoire, les trois vieilles monarchies du *Soudan central*. Il ne sera question ici que de la partie réservée à l'influence française par les conventions avec l'Allemagne et le Congo.

C'est, après le désert, la région d'Afrique dont la carte est la moins chargée d'itinéraires. Denham, en 1824, n'a fait que contourner le Tchad jusqu'à son extrémité sud. Barth, cet observateur si sûr, a dû arrêter sa pointe à Massegna, capitale du Baguirmi. Il n'en reste pas moins notre meilleur informateur sur ce pays, car Nachtigal, le seul qui y ait pénétré après lui, a exploré dans des conditions particulièrement défavorables : trouvant le roi en fuite devant une armée du Ouadaï, il l'a suivi chez les païens dans la zone des forêts et des marécages, et n'a presque rien vu du Baguirmi proprement dit. Plus tard, il a traversé à loisir le Ouadaï et le Dar-Fôr; malheureusement il est mort avant d'avoir rédigé cette partie de son grand ouvrage, et ses notes, qu'on a publiées, eussent gagné à être commentées avec ses souvenirs. Au Sud, trois itinéraires seulement, Dybowski, Maistre et Clozel; dans l'Est, Potagos, sincère, mais brouillé avec la topographie, quelques lignes de Purdy et le récit du capitaine Hanolet jettent seuls quelque lumière sur la région mystérieuse que se départagent les affluents du Chari et du Nil.

Quels sont les produits utiles notés par ces divers observateurs?

1. *Les plumes d'autruche.* — Elles constituent une ressource d'une abondance et d'une valeur certaines. Au temps de Nachtigal, le Ouadaï était le pays du Soudan qui en fournissait le plus, et les autruches sauvages étaient nombreuses dans les districts semi-déserts du Nord. Aujourd'hui encore, les plus belles plumes du monde viennent des steppes ouadayennes et de chez les Zoghaoua, au nord du Dar-Fôr[1]. En 1853, l'élevage des autruches était pratiqué au Baguirmi (Barth).

2. *Les cuirs.* — Le bétail est la principale richesse du Ouadaï et du Dar-Fôr. Bœufs à bosse, chameaux, chevaux, moutons et chèvres fournissent des quantités de cuirs, tannés à l'aide de l'*Acacia nilotica* avec une habileté qui leur a donné une réputation particulière sur les marchés d'Egypte et de Tripolitaine. A cette abondance de matière première il faut ajouter les animaux sauvages, antilopes, hippopotames, crocodiles, qui pullulent au Kanem sur les rives du Tchad.

3. *La cire.* — La cire mérite une mention, car les abeilles abondent dans les steppes du Soudan septentrional.

[1] Nous devons ce renseignement à l'obligeance de M. Forest. On a pu voir des échantillons magnifiques de plumes du Ouadaï à l'Exposition de Lyon en 1894.

4. *L'ivoire.* — L'ivoire n'est plus aujourd'hui, à vrai dire, un produit du Kanem, du Ouadaï et du Dar-Fôr : abstraction faite des marécages du Tchad, l'éléphant est devenu très rare dans ces régions septentrionales du Soudan. C'est au Sud, dans la zone moins peuplée des grandes savanes de hautes herbes et des forêts vierges qui enveloppent de leur nappe sombre les fleuves et les bas-fonds, aux pays Sara, Sokoro et Boua dépendant du Baguirmi, au Dar-Rouna et au Dar-Fertit situés au sud du Ouadaï, que se rendent chaque année les expéditions de chasse organisées par les musulmans du Nord. Au début de ce siècle, lorsque le cheikh Mohammed-el-Tounsi fit ce séjour au Ouadaï, dont le Dr Perron a traduit la relation curieuse, le sultan avait le monopole de ces chasses fructueuses. En 1874, il recevait la moitié de l'ivoire apporté dans ce pays. Une partie de l'ivoire du Baguirmi se vend, d'autre part, sur les marchés du Bornou. C'est en général de l'ivoire dur (d'éléphants de plaine ou de marécage), dont le prix est en moyenne inférieur d'un tiers à celui de l'ivoire doux des pays rocheux.

5. *La gomme.* — Le voyageur, qui, venant du Nord, marche du désert vers le Tchad, observe dans la végétation une gradation curieuse. D'abord la steppe d'herbe, que Denham comparait à une lande d'Angleterre. Puis les arbres épineux se multiplient, se rapprochent, finissent par donner à la steppe l'aspect d'un parc : on est dans la zone des mimosas, qui précède les cultures. Là, comme au Sénégal, l'*Acacia Verek* et l'*Acacia Seyal* laissent suinter des gerçures de leur écorce la gomme arabique, qui continue à être recherchée pour une foule d'industries, malgré la concurrence de la dextrine. Suivant une ligne oblique, sans doute en rapport avec l'extension de la mousson pluvieuse, la zone des acacias gagne au Sud à mesure qu'on s'éloigne de l'Atlantique : Nachtigal l'a trouvée au centre même du Ouadaï, Purdy au sud du Dar-Fôr jusqu'à Hofrat-en-Nahas, Felkin au bord du Bahr-el-Arab; elle comprend donc la majeure partie du Soudan central à l'est du Tchad[1]. La production de gomme y est donc sans doute considérable, mais elle ne peut être évaluée encore. Nachtigal se borne à citer les acacias gommifères parmi d'autres espèces observées dans la même zone (*Acacia nilotica*, *Ac. albida*, *Ac. mellifera*, etc.), et la gomme, s'il s'en est récolté, est allée se confondre avec celle du Kordofan, le grand producteur du Soudan oriental. La gomme copal, dont Staudinger a vu des échantillons au Sokoto septentrional, n'a pas encore été signalée dans ces régions.

6. *Autres produits végétaux.* — La liane à caoutchouc (*Landolphia*) a été reconnue par Dybowski et Maistre sur le Chari supérieur (plaine du Gribingui). L'arbre à beurre (*Butyrospermum Parkii* Don.), est signalé au sud du 10e parallèle et forme vers 8° et 6° de latitude des forêts entières. La matière grasse de son amande possède à peu près la valeur de l'huile de palme et sert surtout à la fabrication du savon et des bougies; la sève coagulée à l'air fournit une gomme analogue au caoutchouc, mais qui n'a pas encore fait ses preuves dans l'industrie.

Le coton pousse sauvage dans les clairières des forêts du Chari, et des émigrés bornouans en ont introduit la culture au Baguirmi et au Ouadaï. En ce qui concerne l'espèce, on en est encore réduit aux conjectures. Il est probable qu'on a affaire à une des deux espèces suivantes, qui portent le nom bornouan de *koulkoutton* au Fezzân : le *Gossypium vitifolium* Lmk. (en arabe *kotn-bernaouï*, coton du Bornou), également indigène dans la vallée du Nil, et le *Gossypium herbaceum* L. (en arabe *kotn-fezzani*, coton du Fezzân), mais qui est aussi, d'après Staudinger, l'espèce cultivée au Sokoto. Ce sont des cotons à courte soie. L'ouate des fruits du bombax (*Eriodendron anfractuosum D. C.*), dont on rembourre les matelas qui servent de cuirasse à la cavalerie bornouane, n'est citée ici que pour mémoire, puisque ses fibres sont trop peu résistantes pour être transformées en fils.

L'*Achour* (*Asclepias gigantea*, *Calotropis procera R. Br.*), une des plantes caractéristiques du Soudan septentrional, a des graines duvetées d'une soie très brillante, qui ne semble pas justifier les espérances fondées sur elle : d'après les expériences rapportées par M. Lecomte, ses fibres ont le tort de se briser facilement.

Des bois d'industrie on ne peut dire encore grand'chose, si ce n'est que l'ébène devient fréquent au sud du Dar-Fôr (Purdy). L'*indigo*, spontané au bord du Tchad (Denham), est cultivé par des émigrés bornouans au Baguirmi et au Dar-Fôr, mais seulement pour la consommation locale. Nachtigal signale au Baguirmi une racine qui donne une riche couleur de safran.

7. *Plantes alimentaires.* — Les cultures alimentaires, sorgho, mil, maïs venu d'Égypte[1], sorgho à sucre, sésame, arachides, sont partout réduites au minimum. Pourquoi l'indigène produirait-il davantage? Aucune de ces denrées ne lui est demandée

[1] On sait que les acacias gommiers se trouvent à l'état sporadique jusque dans le Soudan méridional; mais la qualité de la gomme est toujours inférieure.

[1] Chez les Tebous, au Bornou, au Sonrhaï on l'appelle « l'égyptien » (*masar*, *masarmi*, *masarhamé*).

par les marchands du dehors, et un excédent de récoltes ne ferait qu'attirer sur lui les razzias du suzerain ou des populations voisines. Seule l'occupation européenne, en offrant au nègre plus de débouchés et plus de sécurité et de justice, peut lui donner l'intérêt au travail. Le riz sauvage (*Oryza punctata*) pousse dans les parties inondées du Baguirmi. Le *caféier* semble indigène entre l'Oubangui et le Chari supérieur (Dybowski). C'est une variété du *Libéria*, c'est-à-dire un plant qui recherche les plaines humides au sol latéritique, et qui craint les longues saisons sèches ; aussi n'est-il pas signalé dans le Soudan musulman du Tchad. Quant au caféier d'Abyssinie, il ne semble pas s'être avancé si loin dans l'ouest.

8. *Ressources minérales.* — L'énumération est vite faite : à part le fer, si commun dans les latérites africaines, le nombre des gisements reconnus se réduit à rien. Sur la frontière orientale de la région qui nous occupe, les indigènes exploitent les riches mines de cuivre de Hofrat-en-Nahas ; elles ont été visitées par Purdy pour le compte du Gouvernement égyptien, qui n'en a d'ailleurs pas tiré parti.

Telles sont les ressources connues de la zone française du Soudan central. Si c'était tout, ce serait assez peu de chose. Mais qu'y a-t-il à droite et à gauche de ces fils ténus qui représentent les itinéraires des voyageurs ? On ne peut juger du nombre des plantes utiles par l'usage restreint qu'en font les indigènes, pas plus que l'absence d'exploitation n'indique celle de minéraux exploitables. D'ailleurs, d'où vient l'or qui sert au Dar-Fôr à faire les anneaux des femmes, et qui s'exportait jadis, soit en Egypte par la route de Kobé à Siout, soit en Cyrénaïque par le Ouadaï ? Ce ne peut être le métal que recueillent les Nouba du Kordofan méridional, et qui prenait tout naturellement la voie du Nil. Fresnel, dans ce curieux *Mémoire sur le Ouadaï* dont il avait réuni les éléments en interrogeant les pélerins de La Mecque, et dont Nachtigal et Rohlfs ont plus d'une fois vérifié l'exactitude, signale, d'autre part, des montagnes très riches en cuivre chez les païens du sud ; Burckhardt, voyageant sur le Haut-Nil, avait entendu dire la même chose, mais ni le cheikh El Tounsy, ni Nachtigal n'ont rien rapporté de pareil ! Or, nous savons, par Purdy, qu'autour des mines de Hofrat-en-Nahas « le pays est plat et l'horizon n'est borné par aucune montagne ». Les informateurs de Fresnel et Burckhardt ont-ils donc fait erreur, ou n'y a-t-il pas d'autres mines au sud du Ouadaï ? Il serait bien risqué de répondre. Lorsqu'en la seule année 1896, dans des régions relativement connues, on a découvert la houille au nord-ouest du lac Nyassa, et l'or près du fleuve Counène, comment juger le Soudan central, dont les parties les plus intéressantes, les zones de dislocation et d'activité éruptive, sont précisément celles où pas un Européen n'a mis le pied ?

II. — Communications avec le Soudan central.

Mais, à supposer qu'un pays renferme un grand nombre de produits utiles, cela ne suffit pas pour qu'il devienne immédiatement une possession de grande valeur. Il faut aussi qu'on ait avantage à transporter ces produits sur les marchés où ils se consomment. Or, *il n'est pas un de ces produits du Soudan central qui ne se trouve également dans l'une ou l'autre de nos colonies africaines.* On n'ira donc les chercher si loin que si l'on a intérêt à le faire, si leur prix de vente reste rémunérateur, en dépit du chemin qu'ils auront dû faire. C'est donc, en définitive, une question de transport.

Ce qui se passe en Afrique le démontre bien. C'est parce qu'il disposait de la voie relativement navigable du Chiré-Zambèze que le Nyassaland a pris l'avance sur les autres colonies de l'Afrique orientale, et quintuplé ses exportations de café de 1894 à 1896 [1]. C'est grâce aux lagunes et aux rivières flottables du Congo français et de la Côte d'Ivoire que l'exploitation des bois y a pris, d'une année à l'autre, un essor qui se chiffre par millions de francs ; c'est la situation insulaire de San Thomé, non moins que son climat et la fertilité de son sol, qui a permis, en vingt-cinq ans, de porter de 2 à 19 millions la production de café et de cacao de l'île, et qui fait qu'on y paie aujourd'hui 250 francs le droit de défricher un hectare de forêt vierge, et qu'un syndicat anglo-belge a offert 6 millions d'une propriété vendue 400.000 francs il y a vingt ans ! Et, en regard de ces chiffres prestigieux, mettons maintenant le commerce de l'immense bassin du Haut-Congo, où, après dix ans d'admirables efforts, d'une continuelle dépense d'énergie et d'hommes, l'exportation est toujours encore réduite à l'ivoire et au caoutchouc, c'est-à-dire aux deux seuls articles qu'elle comportait à l'origine ! Et c'est seulement en prévision de l'achèvement du chemin de fer, condition *sine qua non* d'exportations nouvelles, que les Belges se sont décidés à transporter sur le Haut-Fleuve la culture du café et du cacao, qui avait réussi sur le Congo inférieur ! De même au Congo français, où une Société française a fait reconnaître, avec une précision scientifique à laquelle M. Marcel Bertrand a rendu hommage [2], des gisements de plomb et de cuivre, de teneur très riche, dans le bassin du Haut-Niari, cette Société n'est-elle pas obligée de s'avouer que « ces gise-

[1] Exportation de 1894 : 74.000 kilos ; de 1896 : 350.000 kilos.
[2] Voir la *Revue gén. des Sciences*, n° du 15 novembre 1894.

ments sont trop loin de la côte pour être actuellement exploités »? L'or lui-même, que certains placers du Haut-Sénégal fournissent à raison de 14 et 15 grammes par mètre cube [1], n'est-il pas resté dédaigné de l'industrie européenne, faute d'une voie économique pour y amener le matériel? Voilà ce dont il faut nous souvenir, lorsqu'on nous parle des richesses qui nous attendent dans l'Afrique intérieure!

Sans doute, il n'en sera pas toujours ainsi. On peut prévoir l'époque où les produits des côtes tropicales ne suffiront plus à la consommation universelle, où la zone tempérée, surpeuplée, demandera aux fertiles plaines de l'Afrique centrale les récoltes de la céréale la plus féconde qui soit au monde, ce sorgho que Schweinfurth appelle le pain de l'avenir. Peut-être aussi les Soudanais arriveront-ils, comme les Indes et une partie de la Chine, à demander exclusivement au coton indigène de quoi se vêtir... Mais ce sont là des perspectives lointaines, et aujourd'hui la question n'est pas là. Elle se pose ainsi : Avons-nous vraiment intérêt à faire le commerce de ces produits du Soudan central [2], étant données les routes qui y mènent?

Ces routes sont aujourd'hui au nombre de sept. Trois mènent à travers le désert, trois partent de l'Atlantique, et la septième du Nil.

1. *Voies transsahariennes.* — La plus orientale de ces routes — de Bengazi au Ouadaï (fig. 1) — n'existe, en quelque sorte, qu'en dépit de la Nature. Tracée, pour des motifs politiques, à travers cet effroyable désert libyque où, suivant le proverbe arabe, on ne trouve pas de quoi se faire un cure-dents, elle comprend, entre autres, deux étapes de huit et de douze jours de marche, sans eau et sans nourriture pour les chameaux. Pour franchir les 400 kilomètres qui représentent la première, Rohlfs dut ne mettre à ses chameaux que les deux tiers d'une charge, et les faire marcher nuit et jour pendant quatre jours et dix heures, sans s'arrêter autrement que pour les repas. Aucun Européen n'a encore fait la seconde partie de la route, au sud des oasis de Koufra. Les deux autres voies, par le Fezzân et par l'Aïr, sont relativement moins pénibles, bien qu'il soit rare qu'on ne laisse pas en arrière des chameaux tombés de fatigue sur le chemin; mais aucune de ces routes de caravane ne constitue une

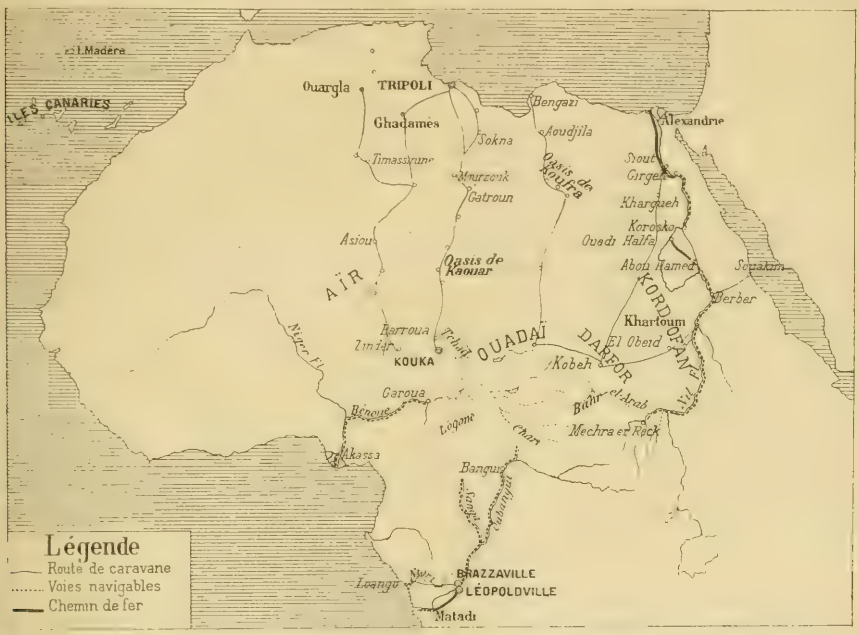


Fig. 1. — *Schéma des voies d'accès au Soudan central.* (La côte orientale de l'Afrique, au sud de la mer Rouge n'a pas été figurée.)

[1] Voir le rapport de M. Barrat dans la *Revue Coloniale* du 5 août 1896.

[2] On cite souvent l'avantage d'offrir à notre industrie de nouveaux consommateurs; mais, comme ils ne peuvent payer leurs achats qu'au moyen de ces mêmes produits, la question revient toujours au même.

voie d'exportation au sens moderne. La preuve a été faite par les caravaniers indigènes, commerçants d'une habileté et d'une endurance incomparables, qui en ont tiré assurément tout le parti possible : or, de tous les produits du Soudan, les seuls qu'ils exportent sont l'ivoire, les plumes d'autruche et un peu de cire et d'indigo. Le lent chameau de charge exclut tout ce qui ne renferme pas une certaine valeur sous un faible volume. Et encore, tels sont les frais de transport, les droits de passe, les pertes de toute sorte au cours de ce dispendieux voyage, qu'à la moindre difficulté supplémentaire, les marchands sont toujours portés à restreindre ou à suspendre leurs opérations. C'est ainsi qu'à la suite de la baisse qui, depuis 1891, a ramené de 28 francs à 16 francs le prix moyen du kilo d'ivoire, les importations d'ivoire soudanais en Europe sont tombées, d'après les mercuriales[1], de 61.000 kilos à 32.000 en 1896. Qu'est cela, en présence de l'énorme quantité d'ivoire (555.000 kilos) importée d'Afrique en Europe? Et encore sont compris dans ce chiffre les envois des caravanes qui portent l'ivoire des mahdistes à la mer Rouge. D'après les rapports consulaires, les exportations d'ivoire de Tripoli sont tombées à 695.000 francs en 1893, à 600.000 francs en 1894, à 352.000 en 1895. Il serait inexact d'imputer cette décroissance continue à la conquête du Bornou par Rabah, puisque, d'après les mêmes rapports consulaires, la route de Kouka est abandonnée depuis 1893. D'ailleurs, on ne voit pas pourquoi l'ivoire n'aurait pas pris les autres routes. En réalité, l'ivoire dur importé coûteusement par le désert supporte de moins en moins la concurrence des grands arrivages maritimes : en présence de l'abaissement des prix, le commerce transsaharien ne « rend » plus. Les plumes elles-mêmes n'ont figuré, en 1895, que pour 900.000 francs dans les sorties de Tripoli, et c'est seulement cette année que la mode a amené une reprise. Le troisième article, les peaux tannées, achetées uniquement par l'Amérique comme matière première entrant en franchise, avait atteint, en 1894, la valeur de 1 million de francs : des faillites ont ramené les achats américains à 700.000 francs l'année suivante.

Aucun autre pays ne trouve avantage à participer à ce commerce. Quant à la gomme, elle ne figure même plus dans les statistiques transsahariennes. Comment y trouverait-elle place, alors que celle du Sénégal se vend 50 centimes le kilo à Médine, et qu'à ce prix on n'a même pas avantage à en faire venir par pirogue de Tombouctou[1]?

Pour le marchand saharien, la vraie, la bonne marchandise, c'est toujours encore le noir. A l'ivoire encombrant et lourd, aux plumes de valeur instable, il préférera toujours cette denrée vivante qui se transporte toute seule, et qu'il est sûr de revendre le triple et le quadruple de ce qu'elle lui a coûté. Nous avons réuni ailleurs[2] les principaux témoignages qui établissent que ce commerce continue en secret au Sahara. Rappelons seulement deux faits encore. Le plus clair du revenu des rois du Soudan musulman a toujours été fourni par des esclaves razziés dans le Sud et vendus aux marchands du Nord; la seule différence était que les uns envoyaient des fonctionnaires razzier officiellement, tandis que les autres (Dar-Fôr) délivraient des permis de chasse. Rabah, le sultan actuel du Bornou, a été à bonne école : il a servi de lieutenant à celui qui fut le roi des négriers, Ziber. Il n'est pas difficile de deviner en quelle monnaie il paie la poudre et les armes des bandes qu'il a amenées du Bahr-el-Ghazal. Voici, d'autre part, qui est significatif. En 1894, M. Foureau apprenait chez les Touareg l'arrivée à Ghât de deux indigènes du Souf. Qu'allaient-ils chercher si loin, dans ce dangereux voyage? Des plumes? de l'ivoire? de la poudre d'or à introduire secrètement en Algérie? Ils faisaient une contrebande plus lucrative. Ils sont revenus au Souf ayant échangé leurs marchandises contre *un peu d'ivoire et une trentaine de noirs*. — En admettant qu'à la suite de l'entrée en franchise accordée à certains articles destinés à l'Extrême-Sud, nos négociants algériens et tunisiens arrivent à prendre leur part du commerce par caravanes (ce qui, à notre avis, ne sera possible que si nos troupes sahariennes font la police sur le parcours), ils ne pourront, en tout cas, faire mieux que les Tripolitains, et ils opéreront même dans des conditions plus défavorables, puisqu'ils auront des employés payés, quand les autres se servent d'esclaves, et qu'ils n'achèteront pas l'article qui rapporte le plus : le noir.

2. *Voie du Niger-Bénoué.* — Des routes diverses qui relient le Soudan central à l'Atlantique, la plus directe est celle du Niger-Bénoué. Elle offre un avantage bien rare en Afrique : une voie fluviale sans cataractes. Coulant au fond d'une profonde coupure ouverte entre les plateaux de l'Adamaoua, la Bénoué, au point où elle prend la direction de l'Ouest, n'est déjà plus qu'à environ 250 mètres au-dessus de la mer. De novembre à avril, les eaux

[1] Citées par M. Ad. Buyl dans le *Mouvement géographique*, du 17 janvier 1897. Voir aussi l'article de M. Caustier dans la *Revue* du 30 octobre 1897, notamment la figure 9.

[1] Rapport de M. Vidal, percepteur de l'Oussourou à Tombouctou, *Revue Coloniale*, 14 janvier 1897.

[2] La traite des esclaves et les nations européennes en Afrique, *Bull. de la Société de Géogr. de Lyon*, mai 1896.

sont trop basses pour qu'en amont d'Ibi la navigation soit facile, même avec des bateaux plats; mais, de juin à décembre les vapeurs de rivière, et d'août à septembre les navires de 800 tonnes et 7 pieds de cale remontent sans difficulté jusqu'à Garoua, à une quarantaine de kilomètres de la frontière franco-allemande. Qu'on pense à ce que coûte une charge portée à dos de chameau ou à dos d'homme, et l'on appréciera l'importance d'une voie pareille ouverte durant six mois[1] et où il suffit d'un petit vapeur monté par deux ou trois hommes pour amener à la côte en quelques semaines autant de marchandises que 200 porteurs en plusieurs mois! Voilà quelques années à peine que les vapeurs anglais viennent régulièrement à Yola, et déjà leur exportation d'ivoire égale celle des cara-

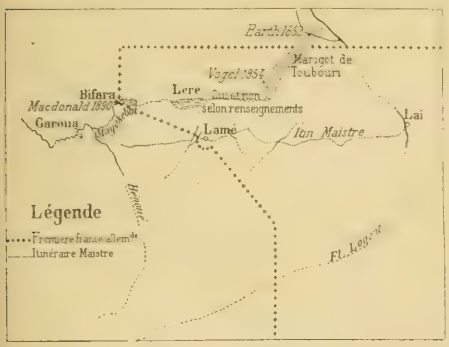


Fig. 2. — *Région entre la Bénoué et le Logone, d'après M. Mizon.*

vanes, en dépit des traditions séculaires et de la résistance du puissant parti arabe qui domine à Kano et Kouka. Seulement la navigation s'arrête en deçà de la frontière française. A quoi nous servirait cette grande artère fluviale, et d'avoir obtenu le libre transit en territoire allemand si, pour amener à quai les peaux, les bois, les récoltes de la zone française, il fallait recourir à ce mode primitif de portage à dos d'hommes ou de bêtes qui, en quelques marches, mangerait tous les bénéfices de l'opération? La voie du Niger-Bénoué ne peut vraiment profiter à la zone française que si elle se raccorde à d'autres voies de communication facile dans l'intérieur.

On a pu croire un moment que la Nature avait fait tous les frais de ce raccord. Dans la région qui sépare la Bénoué du Logone (fig. 2), le grand affluent du Chari, Barth et Vogel avaient rencontré une nappe d'eau qui, au dire des indigènes, communiquait d'une part avec ce fleuve et de l'autre avec un tributaire permanent de la Bénoué, le Magyo Kebbi. Et le géographe anglais Hutchinson voyait déjà les navires porter les produits britanniques au Tchad. Il a fallu en rabattre depuis. Les informations nouvelles donnent bien lieu de croire qu'une série de marigots — Mayo Léré, lac de Léré, Toubouri — s'allongent de là jusqu'au Logone, mais le Magyo Kebbi est à sec de janvier à juin, et, s'il est navigable, c'est pendant une quinzaine de jours[1]. Il reste à savoir où recommence la navigation de l'autre côté, c'est-à-dire à reconnaître le reste du trajet indiqué par les indigènes, ainsi que le Logone et le Chari lui-même. Car nous ignorons de même — il importe de le remarquer — ce que peut valoir pour le commerce cette vaste ramure fluviale qui s'étale sur les cartes du Soudan central. Jouera-t-elle le rôle des 15.000 kilomètres de voies navigables qui ont facilité la prise de possession de l'Afrique congolaise? Les investigations des voyageurs portent jusqu'ici sur des portions de cours beaucoup trop restreintes pour donner autre chose que des probabilités. Espérons que la mission Gentil aura la gloire de rapporter une certitude et de résoudre le plus intéressant problème hydrographique que l'Afrique ait réservé à l'avenir. Mais, en attendant qu'on ait fixé les limites du réseau navigable du côté du Chari comme du côté du Niger, et qu'on ait reconnu la région intermédiaire, il est impossible de prévoir ce que pourrait être ce Niger-Bénoué en tant que débouché du Soudan central.

3. *Voie du Congo français.* — On peut en dire autant de la pénétration par le Congo français, si ce n'est qu'elle comporte actuellement deux zones de portage au lieu d'une. La première est celle qui sépare le Congo navigable de la mer; on la traverse par deux routes : la route belge bien connue, à laquelle se substitue graduellement le chemin de fer, et la voie française du Niari, mise en valeur par la *Société d'Étude et d'Exploitation du Congo français.* Elle comporte aujourd'hui (fig. 3) : 1° un bief inférieur navigable pour les petits navires calant 2 mètres depuis l'embouchure du fleuve jusqu'à Kakamoeka ou Mandji; 2° une route de portage de Mandji à Loudima, qui tourne les rapides du Niari; 3° un second bief navigable pour vapeurs calant 1m,20, de Loudima à Biédi; 4° une seconde route de terre (125 kilomètres) de Biédi à Brazzaville. Malgré

[1] Les nombreux échouages des missions Flegel et Mizon, sur lesquels on s'est appuyé pour déclarer la Bénoué innavigable, ne provenaient que de l'absence d'une bonne carte de pilotage, la Compagnie du Niger tenant la sienne secrète. M. Mizon, après avoir fait ses relevés lui-même, a pu naviguer à raison de 11-14 milles à l'heure depuis Yola jusqu'à la mer.

[1] Ce ne serait pas à dédaigner, si on pouvait faire passer un vapeur de la Bénoué au Chari sans le démonter en route; mais cela ne supprimerait pas le portage pour le commerce.

tous ces transbordements, cette voie du Niari a été jusqu'ici la moins coûteuse, mais la terminaison du chemin de fer de Matadi à Léopoldville va donner à la route belge une supériorité évidente. On peut garder des doutes sur les bénéfices réservés aux actionnaires d'une entreprise qui a déjà englouti tant de millions, mais il est impossible de ne pas rendre hommage à la clairvoyance des promoteurs de la colonisation congolaise, qui ont vu dans le chemin de fer la condition *sine qua non* de la réussite, et à la décision avec laquelle ils ont passé du raisonnement à l'action. Et il serait à souhaiter, soit dit en passant, que notre Gouvernement comprit aussi qu'il est des sacrifices nécessaires, et donnât son concours à la construction du chemin de fer du Niari à Brazzaville, étudié, le fait est à noter, sur l'initiative d'une Société française, et sans lequel tout le trafic du Haut-Congo ira au Congo belge, tandis que notre territoire restera inexploité! Mais la question n'a pas la même importance en ce qui concerne le commerce du Soudan central : le fait dont il faut tenir compte est la substitution prochaine d'un chemin de fer au portage entre le Stanley-Pool et la mer.

La seconde zone de portage est celle qui sépare la Sanga et l'Oubangui des branches méridionales du Chari. Grâce aux persévérants efforts des missions françaises, on est à peu près fixé sur les limites de la navigation dans les deux rivières congolaises : la Sanga permet aux vapeurs calant 50 centimètres de remonter pendant huit mois à Bayanga, et pendant quatre (d'août à novembre) jusqu'à Bania sur le 4e parallèle; la crue de l'Oubangui, plus précoce, porte dès juillet les bateaux au delà des écueils de Zongo infranchissables aux eaux basses, d'où ils remontent jusqu'à la Tomi, au delà du 5° de latitude nord. Mais au delà, c'est la route de terre, et l'inconnu, ou peu s'en faut. M. Clozel a dû franchir à pied 250 kilomètres en droite ligne[1] et s'élever à 950 mètres d'altitude pour aller de la Sanga à la Ouom, affluent *présumé* navigable du Logone. La même distance, en pays un peu moins accidenté (altitude maxima de la route : 700 mètres), sépare la Tomi du Gribingui, reconnu navigable par M. Maistre. Il est vrai qu'on ne peut juger de l'hydrographie d'un pays d'après un ou deux itinéraires, mais l'expérience faite récemment sur la Nana-Naéné par M. Gentil, ne permet pas jusqu'ici d'espérer que cette distance puisse être réduite. Ainsi, même en escomptant l'achèvement du chemin de fer du Congo inférieur, on se heurte encore à une zone de portage assez large pour faire obstacle à l'exploitation du Soudan central.

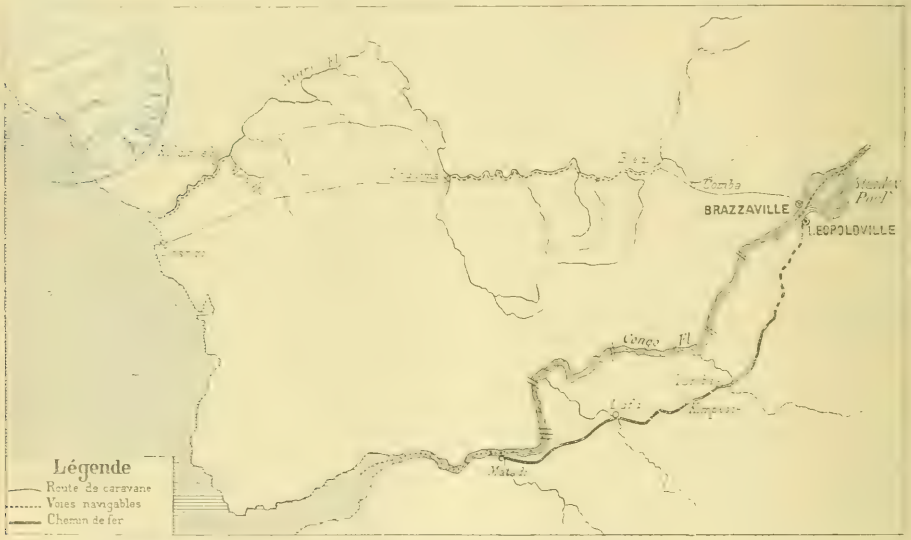


Fig. 3. — *Voies commerciales de la région du Congo inférieur.*

4. Voie du Nil. — Reste la route orientale, momentanément fermée au commerce, mais dont l'importance a été considérable. Aux échanges entre le Soudan central et l'Afrique méditerra-

[1] Qui se réduiraient à environ 150 kilomètres au cas où l'on utiliserait le bief supérieur de la rivière en tournant les chutes de Bania.

néenne la voie du désert n'a, en effet, pas suffi : de tout temps un grand nombre de marchands du Ouadaï ont préféré se joindre aux gens du Dar-Fôr qui prenaient le chemin du Nil. Ils n'y trouvaient d'ailleurs qu'une route de caravanes un peu moins pénible que les autres. Le grand Nil nourricier qui traverse triomphalement le désert n'est pas une voie navigable. Les barques du Caire s'arrêtent à la cataracte d'Assouan. En transbordant les marchandises, par le petit chemin de fer qui tourne aujourd'hui les chutes, on peut encore remonter près de 400 kilomètres, jusqu'à Ouadi-Halfa; mais, à partir de là, les roches grises et noires qui, en maint endroit, brisent le miroir des eaux, rendent la plupart du temps toute navigation dangereuse ou impossible au moins jusqu'à Abou-Hamed. L'an dernier, les canonnières anglaises ont dû attendre jusqu'à la mi-août que la crue leur permît de franchir la deuxième et la troisième cataracte, qui restent alors accessibles pendant deux mois au plus. C'est seulement vers Khartoum que le fleuve devient libre d'obstacles : là commence alors ce magnifique bief de 1.400 kilomètres, où l'on ne trouve d'autres barrages que les grands roseaux du Nil.

A la nécessité d'attendre le court passage de la crue, à la peine de haler les barques à la cordelle, au danger de les voir échouer à la descente dans les chenaux aux interminables détours qui, d'Abou-Hamed à Korosko, augmentent de près de 600 kilomètres le parcours du fleuve, les marchands soudanais ont donc préféré la voie de terre, et n'ont pas hésité à s'éloigner parfois du Nil. Les uns, faisant presque la traversée saharienne, allaient hardiment par les oasis égyptiennes rejoindre le Nil navigable à Siout : c'était la « route des quarante jours de marche », parcourue deux ou trois fois par an. La plupart gagnaient Khartoum, puis Berber, d'où ils allaient à Souakim, ou bien descendaient à Korosko, en coupant par les puits de Mourad la grande boucle du Nil.

La majeure partie des gommes, des dents d'éléphant, des plumes venues avant 1886 du Soudan en Europe *ont ainsi passé par la voie du Nil.* C'est ce qui résulte des chiffres suivants relatifs à cette année 1886, — la dernière dont nous possédions les statistiques :

Exportations faites en 1886 *par la voie de l'Egypte.*

Gomme.	4.800.000	francs
Ivoire.	2.700.000	—
Plumes.	1.800.000	—

Il est difficile de dire quelle part revient aux produits du Soudan central, les statistiques n'ayant pas distingué les provenances. Mais la très grande majorité des plumes ont dû venir du Ouadaï et du Dar-Fôr. Pour l'ivoire, le rapport du colonel Stewart[1] évaluait à 63.000 livres (environ un million et demi de francs) la valeur des dents exportées du Bahr-el-Ghazal et de la province de l'Equateur ; or, comme il en vient très peu du Kordofan et du Sennar, c'est le bassin du Chari qui a dû fournir presque tout le reste. — Chose curieuse ! l'état de guerre actuel n'a pas tué entièrement ce trafic : des gommes, des plumes[2] et de l'ivoire vont encore — en secret — à la mer Rouge, tant le commerce a de peine à délaisser cette voie du Nil ! Mais qu'elle est loin de répondre aux exigences du commerce moderne !

III. — Insuffisance des connaissances actuelles pour créer des routes.

En somme, si le Soudan central est resté ce qu'il est, — le domaine exclusif du trafiquant arabe, — c'est qu'il n'y a pas de route naturelle qui nous permette de l'exploiter. A l'Est comme au Nord, au Sud et à l'Ouest, *la voie de commerce moderne reste à créer.* Aussi n'est-il pas étonnant qu'on ait parlé de chemin de fer. Seulement, comme en pays tropical les voies ferrées coûtent très cher, comme elles doivent souvent servir à créer les ressources avant de servir à les transporter, et que le climat ne permet pas d'espérer, comme en Afrique australe, l'immigration intensive et la plus-value rapide des terrains concédés, encore faut-il ne les construire qu'à bon escient. Or, est-il une seule ligne dans ce cas parmi les voies de pénétration au Soudan central? Le Transsaharien? Mais est-il permis d'évaluer les frais d'établissement d'un chemin de fer d'Ouargla au Tchad, alors que sur une bonne partie du parcours, à partir d'Inziman Tikhsin, le pays n'a encore été décrit par aucun Européen, et qu'aux points où l'on croise un itinéraire, comme celui de Barth dans l'Aïr, il est impossible d'en rien déduire en ce qui concerne le tracé futur? Il faudrait au moins une reconnaissance préliminaire, comme celle de l'ingénieur Béringer au sud d'Ouargla, ou, mieux encore, un levé topographique comme ceux des missions du Génie au Congo français et au Niger[3].

Il serait tout aussi illusoire d'évaluer le coût éventuel des lignes destinées à compléter la Bénoué, l'Oubangui ou le Nil. Ce qu'elles ont de commun, ce sont les frais inévitables en des régions où l'inondation envahit périodiquement les

[1] *Report on the Soudan, Parliamentary Papers Egypt.*, n° 11, 1883.

[2] Je dois ce dernier renseignement à l'obligeance de M. Jules Forest.

[3] Voyez à ce sujet la *Revue* du 15 novembre 1894, page 786 et celle du 15 décembre 1896, page 1075.

plaines, où les pentes sont ravagées par les pluies, où les termites font disparaître le bois, où le climat amène une hausse correspondante des salaires, où enfin la base d'opération serait une rive également malsaine et dépourvue de l'outillage usité en pareil cas. Mais cette constatation faite, comment évaluer leur prix de revient respectif? On ne sait même pas si dans la Haute-Bénoué il y aurait avantage à construire un canal ou un chemin de fer. La pénétration commerciale par le Nil soulève également plus d'un problème. Souakim, port malsain, inaccessible aux grands navires, pourrait d'autant moins servir de tête de ligne, que les marchandises resteraient grevées des taxes de passage à Suez. Il faudrait d'abord prolonger le chemin de fer égyptien de Girgeh par Korosko jusqu'à Abou-Hamed, rendre la navigation facile entre ce point et Khartoum, supprimer ou transformer l'Etat mahdiste, avoir le libre transit par l'Egypte et le Nil. La réalisation d'une partie de ces projets semble du reste prochaine. Les Anglais, obéissant à des considérations militaires, relèvent déjà la section d'Ouadi-Halfa à Abou-Hamed, et l'on peut prévoir le jour où une voie de communication rapide reliera Alexandrie à Khartoum. Mais il resterait alors à supprimer la lente traversée du Kordofan, une de ces steppes maudites où la fièvre menace dès qu'il est tombé un peu de pluie, où le reste du temps les plantes sont sans ombre et se hérissent d'épines et de dards, où les hommes, presque aussi inabordables, accueillent volontiers l'étranger par ces mots : « Pourquoi venez-vous dans notre pays ? Nous n'allons pas dans le vôtre ! »

Il est vrai qu'au moyen des voies fluviales on pourrait peut-être avancer plus près du Soudan central. En 1875, alors que Ziber-Pacha était maître du Bahr-el-Ghazal, des barques descendaient son affluent le Bahr-el-Arab avec des chargements d'esclaves à destination de Khartoum. Mais Gordon coupa court à ce trafic illicite en fondant sur le Nil sa station du Sobat, et le cours du Bahr-el-Arab est resté inconnu. Quelle sera un jour l'importance de cette longue rivière, que Purdy a trouvée pleine d'eau au milieu de la saison sèche (fig. 4), et dont l'origine est si loin dans l'ouest? Qui sait s'il n'y a pas là, au point de vue commercial, comme une autre Bénoué dans l'est de la zone soudanaise? La reconnaissance du Bahr-el-Arab est un des principaux desiderata de l'exploration française, maintenant que notre zone d'influence s'étend jusqu'aux confins du Nil.

Mais eût-on les éléments nécessaires pour calculer les frais d'établissement de ces voies de commerce, il faudrait encore savoir où l'on aurait intérêt à aboutir. Il importe de le répéter, si nous ne voulons pas nous exposer à une désillusion amère : cette immense zone française, n'est pas uniformément riche, et nous ne pouvons dire jusqu'ici où s'y trouve la véritable richesse, ni quels courants commerciaux s'y dessineront un jour. Les indications fournies par le commerce indigène sont à cet égard de nulle valeur. Indifférent au temps, dédaigneux des voies rapides, l'indigène reste des mois en route, et suit les itinéraires les plus bizarres — par raison de sécurité, désir de passer à la cour d'un roi nègre, ou encore par une considération religieuse, ou simplement par tradition. Certaines routes du Soudan sont restées ce qu'elles étaient à l'origine, lorsqu'on vit partir pour La Mecque les premières troupes de pèlerins noirs.

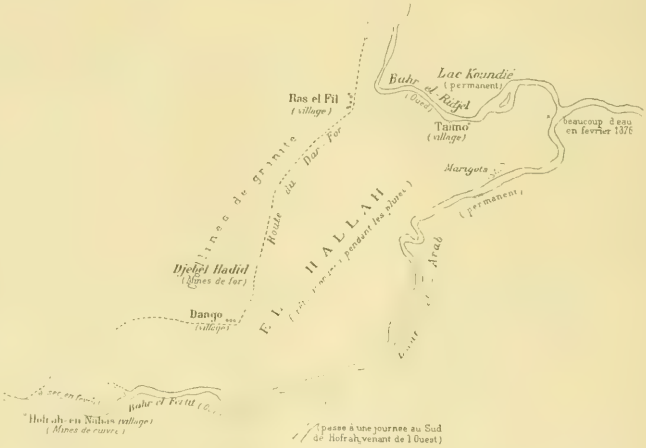


Fig. 4. — *Cours supérieur du Bahr-el-Arab, d'après Purdy.*

Dès lors, comment escompter au profit de telle ou telle route, le tonnage des exportations futures d'un pays aussi imparfaitement connu? Lorsque M. Rolland évalue, par exemple, à 5.000 tonnes le transport assuré au Transsaharien par les « vastes forêts caoutchoutières d'une richesse incalculable » qui s'étendent dans la région du Tchad, il oublie que la présence du caoutchouc

est probable, mais que pas un voyageur n'en a encore fait une certitude. Est-il plus prudent de compter sur un transport annuel de 2.000 tonnes « d'ivoire, de plumes, d'indigo et de matières tinctoriales de prix », lorsque l'Afrique tout entière ne livre aujourd'hui à l'Europe que 600.000 kilos du premier de ces produits? Sur quoi repose enfin l'imperturbable confiance avec laquelle on envisage la culture en grand du coton autour du Tchad? L'exemple du Transcaspien n'est pas tout à fait probant. Les Russes ont trouvé au Turkestan un coton de bonne qualité, dont ils avaient fait l'épreuve, et la main-d'œuvre d'une des populations les plus industrielles du monde; comment affirmer qu'il en sera ainsi, sous un climat qui n'est pas le même, quand pas une balle de coton du Ouadaï ou du Baguirmi n'est encore venue en Europe, et qu'on n'est fixé ni sur la qualité de l'espèce, ni sur celle de la main-d'œuvre; lorsque, d'autre part, les essais de culture en grand ont échoué par deux fois au Sénégal; lorsque ni l'Algérie, ni la Réunion, ni la Guyane n'ont pu tirer profit d'une culture qui revenait trop cher, et que l'Egypte seule, avec son limon merveilleux et son fellah incomparable, a pu lutter de bon marché avec les fourmilières de l'Inde et la furie d'activité américaine?

Peut-on espérer du moins entre Ouargla et le Tchad un trafic local assez intense pour suppléer à l'insuffisance des autres transports? Ces populations touareg comptent parmi les plus pauvres qui soient au monde; on ne leur connaît jusqu'ici qu'une véritable ressource : le sel. Ce n'est pas assez pour attribuer aux nomades faméliques qui gravitent autour d'Asiou et d'Amguid une capacité annuelle d'achat de 8.000 tonnes de marchandises. Avec quoi les paieraient-ils?

Il est donc impossible d'affirmer qu'au point de vue financier, un transsaharien n'irait pas à un désastre, — aujourd'hui du moins, car les observations qui précèdent n'ont pas d'autre rôle que de marquer la limite actuelle de notre savoir. Le jour où l'on découvrirait au désert une de ces richesses qui appellent l'exploitation immédiate, — telles que la houille ou ces nitrates qui, sous un climat analogue, ont fait la fortune de la province de Tarapaca, — la question changerait de face. Et qui peut dire aujourd'hui qu'il n'existe rien de pareil dans les vastes espaces compris entre les itinéraires? Un exemple montrera combien il est prudent de s'abstenir d'affirmations en pareille matière. Lorsqu'en 1353 le grand voyageur Ibn Batoutah, las de courir le monde, revint de Gagho au Maroc pour y finir ses jours, il passa par une ville nommée Takedda, qui était alors un des grands marchés du Sahara méridional. On y exploite, dit-il, des mines de cuivre, dont le produit est exporté au Gober et au Bornou, lequel est à quarante jours de marche. Or ces mines, célèbres au moyen age, sont absolument oubliées de nos jours. Barth, qui a recueilli à Agadès tant d'informations précieuses, n'y a même pas noté une tradition, un souvenir relatif à cette Takedda mystérieuse, dont il est impossible de retrouver la place avec les vagues indications d'Ibn Batoutah et d'Ibn Khaldoun. C'est d'après une simple similitude de noms qu'il l'identifie avec Teguidda, endroit signalé à cinq jours dans l'ouest-sud-ouest d'Agadès. Peu de pays sont aussi ignorés et nous ménagent peut-être autant de surprises que ces contrées du Sahara méridional situées à l'ouest de l'Aïr.

IV. — Conclusions.

Il faut donc attendre, avant de parler de canaux et de chemins de fer, que nos prospecteurs aient passé au Sahara et au Soudan central. Cette constatation n'a rien de désobligeant pour nos vaillants explorateurs : ils avaient autre chose à faire. Nous venons d'assister à quelque chose d'unique dans l'histoire : la course aux traités, l'élan des nations européennes se ruant sur les pays d'Afrique sans maître, ne cherchant qu'une chose : le plus de titres à produire pour le partage final. Dans cet accès de fièvre, on a pris tout, parce qu'on n'avait pas le temps de choisir. Mais à exalter indistinctement toutes ces acquisitions nouvelles, notre littérature coloniale risquerait de devenir la plus dangereuse des lectures. Les puissances coloniales possèdent aujourd'hui sous les tropiques beaucoup plus de terres qu'elles ne peuvent en mettre actuellement en valeur. A l'investigation méthodique de nous dire s'il se trouve au Soudan central un de ces territoires qui valent la peine qu'on les ouvre de suite au commerce à coups de millions, et, en cas d'affirmative, quelle route il convient de choisir pour ce grand effort.

La France, qui compte tant de grands noms dans l'histoire des explorations scientifiques, saura trouver les hommes nécessaires à cette tâche. En attendant, elle ne se désintéresse d'aucune des routes du Soudan central. Tandis que M. Gentil descend le Chari, la mission Liotard a occupé Meschra-er-Rek sur le Bahr-el-Ghazal, à quelques lieues du point où le mystérieux Bahr-el-Arab s'embranche sur la voie du Nil.

Henri Schirmer,
Professeur de Géographie à l'Université de Lyon

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS DE L'INDUSTRIE DE LA PORCELAINE DURE EN FRANCE

PREMIÈRE PARTIE : FABRICATION DES OBJETS A CUIRE

I. — Origines de l'industrie de la porcelaine dure.

La fabrication de la porcelaine dure est implantée en France depuis la découverte du kaolin de Saint-Yrieix-la-Perche, qui eut lieu en 1765, car les essais antérieurs de Guettard avec le kaolin d'Alençon n'avaient pas donné de bons résultats, et les différentes tentatives des Hannong n'avaient abouti à aucune fabrication sérieuse, faute de kaolin, qu'on était obligé de faire venir d'Allemagne. Seulement, ces tentatives avaient préparé la question.

La Manufacture royale de Sèvres fabriquait alors cette magnifique porcelaine tendre, si douce à l'œil et qui, par la fusion de sa couverte à basse température et par sa composition alcaline, se prêtait admirablement à la décoration et à l'incorporation des couleurs, mais qui était loin de présenter la dureté nécessaire aux objets usuels. Aussi cherchait-on avec ardeur à produire une porcelaine aussi dure que celle dont la fabrication avait été établie à Meissen, dès 1709, avec les formules de Bœttcher et le kaolin d'Aiie. Dès 1761, la Manufacture de Sèvres avait même acheté à Hannong fils le secret de cette fabrication, secret qu'on n'avait du reste pu utiliser, faute de kaolin. La découverte d'un kaolin approprié, découverte faite par Mme Darnet, femme d'un chirurgien de Saint-Yrieix, arrivait donc juste à point pour combler les vœux des chercheurs, et presque immédiatement Macquer, Darcet, Guettard et Lauraguais parvinrent à créer la porcelaine dure, dont la fabrication fut définitivement installée à Sèvres en 1768 par Macquer.

II. — Composition et caractères de la porcelaine dure.

La porcelaine dure française est une poterie d'un blanc éclatant et d'une demi-translucidité, qui est la conséquence du ramollissement de la pâte, si bien que la lumière la pénètre en s'y réfléchissant, et que, suivant l'expression des artistes, la pièce *se meuble* des objets qui l'environnent et acquiert ainsi une profondeur de pierre précieuse.

Une des propriétés caractéristiques de notre porcelaine est d'être composée d'une pâte et d'une couverte ayant une grande analogie, puisque toutes deux dérivent de la pegmatite.

Cette roche, formée d'un mélange de quartz et de feldspath, produit, en effet, le meilleur kaolin par la décomposition de son feldspath. Celui-ci perd son silicate alcalin (l'élément fusible), et, lorsque cette décomposition est faite en quantité voulue, le kaolin ainsi produit, uni au quartz et à une proportion de feldspath non décomposé, constitue un mélange qui peut représenter à peu près exactement la composition de la pâte à porcelaine. De semblables mélanges se trouvent fréquemment dans les carrières de kaolin et sont employés tels quels sous le nom de *caillouteuses*, dont on distingue plusieurs variétés. La pâte peut donc être représentée par de la pegmatite à feldspath en grande partie décomposé, tandis que la couverte est constituée par cette même pegmatite non altérée, c'est-à-dire ayant conservé le silicate alcalin qui lui donne la propriété de fondre en un verre transparent à une température qui ramollit simplement la pâte.

De cette analogie de composition entre la pâte et la couverte résulte un accord très grand entre ces deux parties. Accord qui est encore augmenté par la cuisson, pendant laquelle la couverte, en fondant, pénètre dans la pâte, laquelle ne subit qu'un ramollissement, si bien que ces matières se soudent, pour ainsi dire, l'une à l'autre, dans la zone intermédiaire où elles se pénètrent, de façon à former un tout aussi homogène que possible. C'est pour cela que la porcelaine dure ne présente jamais ces gerçures ou tressaillures de la couverte qu'on observe généralement sur les poteries dont l'émail et la pâte, ayant des compositions très différentes, ont des coefficients de dilatation également différents; dans ces poteries se forment des fentes où s'accumulent des saletés qui arrivent à dégager une mauvaise odeur. Enfin, ces gerçures peuvent garder des germes de fermentations ou des germes morbides, comme l'a démontré l'auteur du présent article, et risquent ainsi de contribuer à la propagation des maladies contagieuses.

§ 1. — Composition de la pâte cuite.

On peut représenter les décompositions dont le feldspath est le siège par les formules suivantes, dans lesquelles MO représente l'ensemble des alcalis ou autres protoxydes qui entrent dans la constitution de la roche. Soit :

$$MOAl^2O^3\ 6SiO^2$$

un feldspath[1] qui peut se dédoubler en absorbant deux molécules d'eau et former :

$$\underset{\text{Kaolinite.}}{Al^2O^3\ 2SiO^2\ 2H^2O} + MO\ 4SiO^2\ ;$$

mais ce silicate $MO.4SO^2$ peut lui-même se dédoubler :

$$MO\ 4SiO^2 = MO\ 3SiO^2 + SiO^2.$$

Cette dernière substance s'unit à la kaolinite. — En somme, la réaction générale est représentée par l'équation :

$$MOAl^2O^3\ 6SiO^2 + 2H^2O = Al^2O^3\ 2SiO^2\ 2H^2O + SiO^2 + MO3SiO^2.$$

Il n'est pas possible de donner une formule exacte et unique de la porcelaine dure, dont la composition varie dans chaque fabrique de pâte. Cependant ces variations sont assez faibles si l'on considère seulement les pâtes fabriquées en Limousin et même l'ensemble de la fabrication industrielle. Mais, si l'on compare ces produits à ceux de la Manufacture de Sèvres, on constate une différence notable, qui ressort d'une façon très nette de la comparaison des formules, qu'on peut représenter :

par $MO\ 3\ Al^2O^3\ 9SiO^2$ pour les porcelaines de Sèvres ;
$MO\ 3Al^2O^3\ 13SiO^2$ — — — industrielles.

Comme on le voit, ces dernières sont beaucoup plus siliceuses que celles de la Manufacture de Sèvres. Cet excès de silice est, sans doute, un inconvénient au point de vue de la fragilité; mais il présente, en revanche, le grand avantage de rendre les produits plus blancs et plus translucides, qualité très recherchée du public. Celui-ci a la malheureuse habitude d'apprécier la porcelaine d'après sa transparence, même quand il s'agit de plats et d'assiettes, pour lesquels, cependant, la translucidité semble une qualité bien secondaire.

§ 2. — Composition de la couverte.

La couverte de la porcelaine française est composée de pegmatite. Pour indiquer par des formules simples la différence qui existe entre la couverte de la porcelaine de Sèvres et celle de la fabrication industrielle, on peut représenter la première par la formule :

$$MOAl^2O^3\ 7SiO^2,$$

tandis que la seconde serait :

$$MOAl^2O^3\ 9\ \text{à}\ 10SiO^2,$$

ce qui montre que la couverte de la porcelaine produite par l'industrie a, comme la pâte, un excès de silice[1].

§ 3. — Degré de dureté.

Mais la qualité dominante de la porcelaine dure française, celle qui la distingue le plus des produits similaires, celle qui a le plus contribué à sa réputation, est certainement sa dureté, dont il n'est pas inutile de faire ressortir l'importance.

Pour apprécier cette qualité en minéralogie, on a adopté une échelle de dureté de Mohr, à laquelle on compare tous les corps de la Nature, et qui est représentée par les dix corps suivants, dont chacun peut rayer celui qui le précède : 1° *talc;* 2° *gypse;* 3° *calcite;* 4° *fluorine;* 5° *apatite;* 6° *orthose;* 7° *quartz;* 8° *topaze;* 9° *corindon;* 10° *diamant.*

En comparant la dureté de ces différents corps à celle de l'acier, on constate qu'une pointe d'acier bien trempé raie tous ceux qui précèdent l'orthose, tandis que ceux qui viennent ensuite raient l'acier et font feu au briquet. Or, il se trouve que précisément la couverte de la porcelaine dure française est constituée par un mélange d'orthose et de quartz; c'est-à-dire d'une roche qui a la dureté de l'acier — l'orthose — et d'une roche un peu plus dure — le quartz. — Ce mélange représente la pegmatite indiquée précédemment comme base de la couverte, et qui, fondue, résiste très bien à l'acier et fait feu au briquet. Mais il est évident que, si l'on diminuait même très peu cette dureté, elle deviendrait immédiatement égale ou même inférieure à celle de l'acier.

Or, cette propriété de résister à l'acier est évidemment de premier ordre pour une poterie employée aux usages domestiques et, en particulier, pour la platerie. Qu'on songe, en effet, à la vigueur de l'effort que fait le poignet pour couper un morceau de viande avec des parties tendineuses et osseuses; qu'on réfléchisse que les couteaux dont on se sert sont en acier et souvent bien affilés, et l'on comprendra que la dureté représentée par ce mélange d'orthose et de quartz est absolument indispensable pour résister au tranchant des couteaux

---

[1] Les feldspaths sont des silicates multiples résultant de mélanges de plusieurs silicates unis au silicate d'alumine. MO, dans ces formules, représente l'ensemble des protoxydes $K^2O.Na^2O.MgO$ $CaO.FeO$, qui constituent ce que Bischoff désigne sous le nom de *flux* dans ses formules de fusibilité; il représente la partie fondante.

[1] Ces formules ne diffèrent des formules vraies que par la proportion de l'alumine, qui est un peu plus grande par suite d'un commencement d'altération de la pegmatite qui lui a fait perdre une petite quantité de silicate alcalin.

Les formules des couvertes de porcelaines dures peuvent en somme, être représentées par :

$$MO\ 1\ \text{à}\ 1{,}25Al^2O^3,\ 9\ \text{à}\ 10SiO^2.$$

et que toutes les autres poteries, porcelaines tendres, faïences de toutes sortes, dont la couverte est moins résistante que celle de la porcelaine dure, devront toutes être rayées à l'usage, et finiront fatalement par présenter ces mosaïques noires, formées précisément par ces petites coupures dans lesquelles se loge la saleté, et qu'on observe sur toutes les faïences faisant un service, car il est impossible de les nettoyer.

C'est donc là un point capital qui sépare la porcelaine dure de toutes les autres poteries et qui établit pour elle une supériorité incontestable et de premier ordre. A ce point de vue, la porcelaine française doit être classée la première, car sa couverte est plus dure que celle de toutes les autres.

On comprend donc combien il serait imprudent, nous ne dirons pas de sacrifier cette qualité, mais d'y porter la plus petite atteinte, car la plus faible concession sur ce point ferait perdre à notre porcelaine tout ce qui fait sa supériorité. Voilà pourquoi il serait néfaste d'écouter les conseils des artistes qui demandent qu'on modifie la couverte actuelle de façon à la rendre plus facilement décorable, ce qui ne pourrait se faire, ou, du moins, ce qu'on ne cherche à faire qu'en la rendant plus tendre. Le résultat qu'on obtiendrait ainsi serait de transformer un produit de première utilité en simple article de fantaisie, et, du reste, nous montrons, à la fin de cet article, que ce changement est inutile.

On voit par ce qui précède combien est justifiée la réputation dont jouit notre *porcelaine française* dans le monde entier. Sa blancheur immaculée, sur laquelle on aperçoit la plus petite souillure; sa salubrité, qui résulte de sa composition, dans laquelle n'entrent que les roches les plus pures de la Nature; sa beauté, provenant de sa translucidité; et, enfin, sa dureté et son inaltérabilité qui la rapprochent des pierres précieuses, en font une poterie incomparable et l'un des produits les plus remarquables de l'industrie humaine.

III. — Choix des matières premières et formation de la pâte.

Les matières premières employées dans la fabrication de la porcelaine française sont : le kaolin, le quartz, le feldspath et quelquefois la chaux sous forme de carbonate et en petite quantité. La porcelaine de la Manufacture de Sèvres en contient 5,6 %.

§ 1. — Qualités du Kaolin.

La kaolinite ($Al^2O^3 2SiO^2 2H^2O$) résulte, comme il a été dit, de la décomposition des feldspaths $MOAl^2O^3 6SiO^2$, dans lesquels M peut représenter du potassium, du sodium, du calcium, seuls ou mélangés. Ces feldspaths constituent la partie la plus importante des roches granitiques, porphyriques et gneissiques, qui, par conséquent, peuvent toutes produire du kaolin par dédoublement du feldspath qu'elles contiennent. Très souvent le kaolin se trouve en place, c'est-à-dire mélangé encore avec les éléments qui constituaient la roche composée dans laquelle était le feldspath, par exemple, avec du quartz et du mica dans les granits décomposés, et alors on sépare le kaolin par décantation, en délayant la roche dans l'eau, qui entraîne le kaolin plus léger et laisse déposer le quartz et le mica.

Le kaolin de Saint-Yriex, qui a été la cause de la fondation de cette industrie, résulte de la décomposition d'une pegmatite très pure, qu'on trouve en place à des degrés très différents de décomposition, et forme ce qu'on désigne, dans l'industrie des pâtes à porcelaine, sous le nom de *caillouteuses*[1].

Ces mélanges de kaolin, quartz et feldspath non décomposé peuvent entrer directement dans la composition des pâtes à porcelaine, et l'on prétend même que les matériaux unis ainsi naturellement donnent des produits plus beaux que les mélanges correspondants formés avec des éléments d'origine différente.

Le quartz et le feldspath qui entrent dans la composition des pâtes y sont introduits sous forme de pegmatite, qui contient ces deux éléments; mais on y ajoute un excès de quartz, surtout pour les pâtes destinées à l'industrie qui sont, comme il a été dit, beaucoup plus siliceuses que celles de la Manufacture de Sèvres et qui correspondent à la formule :

$$MO\,3\,Al^2O^3\,15\,SiO^2.$$

Chacun de ces différents éléments — feldspath, quartz et kaolin — a un rôle particulier. Ainsi, tandis que le quartz joue le rôle de matière *dégraissante* et contribue à diminuer le retrait du kaolin, le feldspath, en se vitrifiant, communique la translucidité à la masse. Les transformations qui se produisent dans la pâte à porcelaine pendant la cuisson ont été étudiées par MM. H. Behrens, G. Wagner et Hussak, et l'examen microscopique a démontré qu'en somme la masse translucide qui constitue la porcelaine est formée par la *dissolution* du quartz et du kaolin dans le feldspath fondu.

[1] Celles-ci sont dites *caillouteuses dures* lorsque le caillou qui reste mélangé au kaolin est du quartz et que tout le feldspath a été décomposé. Si, au contraire, il reste une partie de feldspath non décomposé, la *caillouteuse* est dite *caillouteuse tendre*. Enfin, on désigne encore ces roches sous le nom de *caillouteuses grasses*, lorsque la proportion de kaolin qu'elles contiennent est suffisante pour les rendre douces et onctueuses au toucher; elles sont dites *caillouteuses maigres* dans le cas contraire.

Mais, ce qu'on n'a peut-être pas fait suffisamment ressortir, c'est le rôle que joue la propriété spéciale que possède le kaolin de passer par une longue période de ramollissement avant de fondre. Si tous les corps fondent par la chaleur, il s'en faut que le passage de l'état solide à l'état liquide s'effectue pour tous dans les mêmes conditions : ainsi, tandis que les uns, comme la généralité des métaux, les sels, la glace, etc., deviennent liquides d'une façon presque brusque, il est d'autres substances, — dont les corps gras offrent un exemple frappant, — qui, sous l'influence de la chaleur, se ramollissent peu à peu et passent de l'état solide à l'état liquide par gradation continue. Or, le kaolin possède cette propriété à un très haut degré. Il a une période de ramollissement très étendue et il reste à l'état pâteux pendant un long espace de température. C'est ainsi qu'il se laisse pénétrer par le feldspath en fusion, de façon à être transformé en une masse laiteuse et translucide qui constitue la porcelaine, tout en conservant la rigidité qui maintient la forme de la pièce. C'est pour cela qu'on peut faire, par exemple, des tasses qui ne sont guère plus épaisses qu'une coque d'œuf, même en y comprenant la couche de couverte qui est à l'intérieur et celle qui est à l'extérieur; la très petite quantité de kaolin qui se trouve dans la pellicule de pâte formant la partie centrale, suffit pour soutenir la pièce pendant la période du ramollissement. C'est, du reste, aussi pour cette raison que l'ancienne porcelaine tendre, qui était composée avec des silicates artificiels, était d'une réussite si difficile, parce qu'à la période de ramollissement, qu'il fallait cependant atteindre pour avoir la translucidité, les matériaux fondaient brusquement, et les pièces s'affaissaient.

§ 2. — Préparation de la pâte.

La préparation de la pâte se fait dans des moulins à eau où les matériaux arrivent des carrières, les uns à l'état brut, comme le quartz et la pegmatite, tandis que le kaolin a été préparé sur le lieu d'extraction même, par lévigation ou sédimentation. En Limousin, où l'on prépare non seulement les pâtes consommées dans le pays, mais une grande quantité qui est expédiée soit aux fabriques des autres régions de la France, soit à l'Étranger, on emploie souvent des *caillouteuses* telles qu'elles sont extraites des carrières, lorsque — ce qui arrive souvent — elles se trouvent à un grand état de pureté et résultent de la décomposition sur place de la pegmatite même.

Les usines dans lesquelles se fait la préparation des pâtes sont toutes hydrauliques et, par conséquent, situées sur des cours d'eau d'une certaine importance, car il est indispensable que la force nécessaire pour les broyages revienne à très peu de frais.

Le quartz et la pegmatite (*Petuntse* des Chinois, ou caillou à émail) sont lavés pour leur enlever la terre qui s'y trouve mélangée, passés au concasseur, qui les réduit en fragments de la grosseur de grains de blé, et broyés dans des tonneaux ou *tines* dont le fond est garni d'une pierre meulière fixe sur laquelle tourne une seconde meule au moyen d'un arbre vertical mis en mouvement par des engrenages[1]. Il est reconnu que le broyage à l'eau et le broyage de toutes les matières réunies donnent un bien meilleur résultat que le broyage fait à sec et, partant, sur les éléments séparés. Dans le premier cas, en effet, les matières sont beaucoup plus intimement unies et forment une masse plus homogène.

Après un broyage de vingt-quatre heures, la pâte préparée est passée, à l'état de bouillie claire, à travers des tamis qui séparent les parties plus grosses que les mailles, les numéros des tamis étant 120, 140 ou 160, suivant la qualité des pâtes.

Depuis quelques années certaines usines font circuler la pâte entre les branches d'un électro-aimant qui attire et retient les parcelles de fer provenant des engrenages et des autres parties métalliques avec lesquelles la pâte a été en contact; puis la matière broyée s'écoule dans une cuve où toutes les parties sont maintenues mélangées par un agitateur, et où une pompe puise la pâte pour l'envoyer dans les filtres-presses qui séparent l'eau et isolent la partie solide sous forme de pâte molle contenant environ 20 % d'humidité. C'est ainsi que cette pâte est livrée aux fabriques du pays; mais lorsqu'on doit l'expédier au loin, on la fait sécher sur des claies.

La pourriture des pâtes, très pratiquée en Chine pour les améliorer, a pour effet de les rendre plus blanches, plus solides au feu, plus plastiques et, par conséquent, plus faciles à façonner; enfin, elle permet d'éviter certains défauts de fabrication, comme les fentes, qui se produisent moins avec les pâtes *pourries* qu'avec les pâtes *neuves*. Ce phénomène bizarre n'a pas encore reçu d'explication satisfaisante, bien qu'il soit démontré que la fermentation putride des matières organiques contenues dans l'eau joue un rôle très important. Les eaux marécageuses, en effet, et les jus de fumier favorisent beaucoup cette pourriture.

Il semble bien démontré, ainsi que le disent Brongniart et Salvetat, que la matière organique réduit les sulfates en sulfures, qui agissent, à leur tour, sur le fer contenu dans les pâtes : d'où ré-

[1] La charge des meules, qui ont environ 0m,80 de diamètre, est de 100 kilos de matière; elles absorbent à peu près une force d'un demi-cheval.

sulte la formation de sulfure noir qui explique la coloration des pâtes pourries. Ce sulfure de fer se transforme ensuite en sulfate soluble, qui est éliminé avec l'eau, ce qui amène le blanchiment de la pâte. De plus, pour Brongniart, le dégagement de gaz qui se produit pendant la fermentation putride contribue au mélange des éléments qui composent la pâte et peut expliquer l'augmentation de la plasticité. Mais il est une cause qui doit fatalement produire l'augmentation de plasticité et de solidité au feu, qu'on constate pour les pâtes pourries : c'est l'altération du feldspath contenu dans ces pâtes, sous l'influence du broyage, de l'humidité et du temps. Le dédoublement qui se produit dans la Nature par la transformation du feldspath en kaolin, doit forcément se produire sur le feldspath qui se trouve dans la pâte à l'état de poudre impalpable : d'où augmentation de la proportion de kaolin et, par conséquent, de la plasticité de la pâte et de sa résistance au feu.

Quoi qu'il en soit, la *pourriture des pâtes* n'est pour ainsi dire plus utilisée, et, au sortir des filtres-presses, les pâtes subissent simplement le *marchage* et le *battage* avant d'être employées. La première opération, le *marchage*, se faisait jadis au pied sur une aire en bois garnie de zinc où l'ouvrier *marcheur* piétinait la pâte de façon à augmenter son homogénéité. Aujourd'hui cette opération se fait au moyen d'une machine formée de deux troncs de cône à cannelures, qui, en roulant, pétrissent la pâte. Le *battage* est ainsi nommé parce que cette opération est effectuée par des hommes qui battent la pâte en gros fragments sur des tables recouvertes de zinc, dans le but de chasser l'air qu'elle peut contenir et qui, au feu, occasionnerait des boursouflures. Ce battage se fait aussi très souvent au moyen d'une machine analogue à la machine à marcher.

IV. — Façonnage des pièces.

La pâte, ainsi préparée, est remise à l'ouvrier en balles de grosseur variée suivant les objets à façonner, et le façonnage se fait soit par tournage, soit par moulage. Nous parlerons ensuite du coulage, qui tend à prendre une grande extension.

§ 1. — Tournage.

Le tournage, qui est le mode de façonnage de beaucoup le plus ancien, se divise lui-même en deux opérations : l'*ébauchage* et le *tournassage*, et s'exécute sur le tour à potier à peu près tel encore qu'il était jadis. L'ébauchage consiste à donner à la pâte la forme grossière de l'objet qu'on veut façonner en la comprimant avec les doigts pendant la rotation du tour, en s'aidant, au besoin, de l'*estêque*, calibre en fer qui sert, par exemple, à faire l'intérieur des objets creux d'une façon régulière. Ensuite on laisse sécher la pièce de façon que la pâte acquiert une certaine fermeté, puis on procède au *tournassage*. Cette opération consiste à ramener l'objet à la forme voulue en trillant la pâte et enlevant tout ce qui est en trop au moyen d'instruments appelés *tournassins*. Mais ce mode de façonnage ne permet de faire que des pièces rondes, puisqu'il est produit par la rotation du tour.

§ 2. — Moulage.

Le moulage se fait au moyen de moules en plâtre qui portent en creux les parties qui doivent être en relief sur les objets à fabriquer, et réciproquement. Il se divise en *moulage à la balle* et *moulage à la croûte*, suivant que la pâte qu'on applique exactement sur le moule est sous forme de *balle* ou sous forme de lame d'épaisseur bien régulière, désignée sous le nom de *croûte*. Dans les deux cas le plâtre, par sa porosité, absorbe l'humidité de la pâte, la dessèche surperficiellement et la fait se déprendre du moule. C'est le système de fabrication qui a subi dans ces dernières années les plus grandes modifications et améliorations. C'est, en effet, sur le moulage que sont basées les machines imaginées par M. Faure pour remplacer la main de l'homme. La pâte à porcelaine est très sensible et laisse ressortir au feu, lorsqu'elle se ramollit, toutes les pressions qu'elle a reçues dans le façonnage ; elle ne peut donc être travaillée par les moyens simples utilisés pour la pâte à faïence, et il a fallu imaginer des machines spéciales avec lesquelles on commence généralement par faire une *croûte* bien uniforme et qui s'adapte ensuite sur le moule définitif, pour arriver à introduire le façonnage mécanique dans la fabrication de la porcelaine. Jusqu'à ces dernières années, cette industrie était, en effet, restée très primitive à ce point de vue.

§ 3. — Coulage.

Ce procédé de fabrication repose sur la propriété qu'ont les moules en plâtre d'absorber l'eau dans laquelle la pâte à porcelaine est délayée, si bien que, si l'on vide dans un moule en plâtre de la *barbotine* c'est-à-dire de la pâte à porcelaine délayée dans une grande quantité d'eau), le plâtre absorbera une partie de cette eau, et une proportion correspondante de la pâte s'attachera aux parois du moule; la quantité d'eau absorbée et de pâte ainsi déposée va donc en croissant avec le temps. Lorsqu'on juge que la couche de pâte est assez épaisse, on vide la barbotine qui reste dans le moule, et, au bout de peu de temps, par le fait du retrait que prend la pâte en se desséchant, la couche de pâte qui était adhérente au plâtre se déta-

che et reproduit très exactement la pièce que représente le moule. Ce procédé de façonnage est donc très simple et ne nécessite aucune habileté de la part de l'ouvrier, qui n'a plus qu'à vider de la barbotine. Cependant il était jusqu'à ces temps derniers peu employé dans l'industrie, et un très petit nombre de maisons avaient imité l'installation faite à la Manufacture de Sèvres pour fabriquer par coulage ces vases de deux mètres de haut qu'il serait impossible de façonner autrement, et pour lesquels il faut employer l'air comprimé ou le vide. Du reste, ce mode de fabrication était, en somme, dispendieux parce que les moules, qui doivent absorber beaucoup d'eau, étaient très vite détériorés. Mais plusieurs causes tendent à mettre ce procédé en faveur. D'abord on a appliqué un moyen assez bizarre pour diminuer l'usure des moules et qui consiste à employer de la barbotine très épaisse au lieu de barbotine claire, ce qui fait que le plâtre n'absorbe plus cette quantité d'eau exagérée qui le détériorait; mais cette manière d'opérer n'a été possible qu'à la suite de l'application d'un fait inexpliqué, qui est le suivant. Si l'on prend de la barbotine très épaisse, ayant à peu près la consistance du miel, et si l'on y ajoute tout simplement un ou deux centimètres cubes d'une solution de silicate de soude par kilo de pâte, presque immédiatement la barbotine devient aussi liquide que si l'on y avait ajouté cinq ou six cents grammes d'eau. Quel est l'effet qui s'est produit et comment cette quantité insignifiante de silicate de soude a-t-elle pu entraîner une liquéfaction aussi importante ? La chose n'a pas été expliquée. Il est probable que c'est la propriété plastique du kaolin qui est modifiée, mais pourquoi ? et comment ? Quoi qu'il en soit, ce procédé rend beaucoup plus pratique le façonnage par coulage en permettant de tirer un plus grand nombre d'exemplaires avec un même moule ; de plus, les pièces fabriquées ainsi éprouvent un retrait beaucoup moindre que celui que produit le coulage ordinaire, ce qui est encore un avantage important. Enfin, ce procédé tend à être adopté par les fabricants qui peuvent faire fabriquer ainsi par des manœuvres des articles pour lesquels ils ont des difficultés à établir des prix avec leurs ouvriers porcelainiers, et cette considération contribuera certainement beaucoup à augmenter l'emploi de ce mode de façonnage.

Il y a encore quelques autres procédés de fabrication spéciaux, comme celui des fleurs en porcelaine, lesquelles peuvent être produites non seulement par le moulage, mais aussi au moyen de pâte gommée qu'on travaille avec l'ébauchoir, tandis que les feuilles peuvent être moulées dans le creux de la main, dont les sillons représentent les nervures.

On voit également de petites statuettes ornées de broderies et de dentelles qui sont obtenues en trempant dans de la barbotine claire des dentelles et broderies en tissus, brûlées ensuite par le feu; ces dentelles laissent sur les objets sur lesquels on les avait appliquées la reproduction du tissu en porcelaine.

Enfin, lorsque les objets sont fabriqués en plusieurs parties, comme cela arrive, par exemple, pour les cafetières, dont les becs et les anses sont confectionnés à part, il faut réunir toutes ces parties et les coller les unes aux autres, ce qui se fait simplement au moyen de barbotine. Cette opération a reçu le nom de *garnissage*.

§ 4. — Dégourdi.

Les pièces ainsi préparées sont mises à sécher pour leur faire perdre l'humidité qu'elles contiennent en grande quantité, puis on leur fait subir une première cuisson, qui est désignée sous le nom de *dégourdi*. Cette cuisson se fait dans l'étage supérieur du four qu'on nomme le *globe* et qui reçoit la chaleur perdue de l'étage inférieur où se fait la vraie cuisson. — La température du *globe* est très variable, suivant les places, mais on peut l'estimer à 1.000° environ : elle transforme les pièces en une matière fragile, très poreuse, absorbant l'eau avec grande avidité et happant fortement la langue.

V. — Glaçuré.

C'est dans cet état que les pièces sont mises en glaçure ou *émaillées*.

Si la porcelaine est cuite sans couverte, comme cela arrive très souvent pour les bustes, les statuettes, les médaillons, elle constitue ce qu'on appelle le *biscuit*. La pâte cuite ainsi seule est blanche, translucide, non poreuse, mais elle ne possède pas le brillant et le vernis de la porcelaine qui résultent de la glaçure.

§ 1. — Nature de la couverte.

Cette glaçure ou couverte est constituée, comme nous l'avons vu précédemment, par de la pegmatite pour la porcelaine dure française. La pegmatite qui est employée seule à la Manufacture de Sèvres, a la composition suivante, d'après l'analyse qui en a été faite par M. Vogt en 1884 :

Silice	70,64
Alumine	16,87
Oxyde de fer	0,73
Chaux	1,31
Magnésie	0,20
Potasse	4,22
Soude	4,97
Eau et matières volatiles	0,34
	99,28

C'est donc un mélange de quartz avec de l'albite et de l'orthose constituant un silicate multiple, doué, par conséquent, d'une fusibilité plus grande que les roches pures correspondantes.

En Limousin, où l'on fabrique de la couverte pour presque toutes les usines de porcelaine de France, on emploie la pegmatite additionnée d'environ 15 % de quartz et une petite quantité de tesson (débris de porcelaine broyés). Cette couverte ne laisse donc rien à désirer au point de vue de la dureté, qui est supérieure à celle des couvertes étrangères faites de quartz et de tesson avec addition d'une proportion de sel de (chaux, carbonate, sulfate, fluorure), qui varie de 11 à 17 %.

§ 2. — Mise en couverte.

Le seul procédé de mise en couverte utilisé pour la porcelaine dure, du moins en France, est le procédé par *immersion* qui se pratique de la façon suivante. La couverte préparée, est délayée avec de l'eau de façon à former une bouillie claire ayant une densité d'environ 1,40. L'ouvrier *émailleur* doit alors plonger, rapidement et avec adresse, chaque pièce *dégourdie* dans ce liquide; la pièce absorbe l'eau en vertu de sa porosité, et la matière solide, que cette eau tenait en suspension, et qui constitue la couverte, se dépose à la surface en couche régulière et d'une épaisseur uniforme si chaque partie est bien restée le même temps dans le liquide. Cette opération exige, en effet, une grande habitude et une grande habileté de l'ouvrier, car il doit faire en sorte que la partie qui pénètre la première dans le bain soit aussi celle qui en sorte la première, sans quoi la couche de couverte serait plus épaisse sur les points qui seraient restés le plus longtemps immergés. On enlève, avec une lame ou une brosse, la glaçure des parties qui ne doivent pas en avoir, telles que les dessous des pieds, les gorges qui reçoivent les couvercles, etc. La place des doigts de l'ouvrier n'ayant pu prendre de glaçure, on y pose la couverte avec un pinceau. On peut obtenir des épaisseurs différentes suivant la concentration du bain, le degré de cuisson du *dégourdi* et l'épaisseur de la pièce. Pour empêcher la couche du dépôt d'être trop forte, on peut passer une éponge imbibée d'eau sur l'objet avant de le tremper. On termine cette opération par des *retouches* qui ont pour but d'enlever à la lame les bavures, et de régulariser l'épaisseur.

Le procédé de mise en couverte par *insufflation*, que les Chinois emploient le plus habituellement, a été préconisé à la Manufacture de Sèvres par M. Ch. Lauth pour la pose des couvertes coloriées sur la porcelaine nouvelle; mais, comme sur la porcelaine dure, on n'a employé, jusqu'à ce jour, que les couvertes bleues et un peu un fond écaille, qui s'appliquent au pinceau, à plusieurs couches et sur la porcelaine déjà cuite. On n'a pas utilisé le procédé par *insufflation* dont nous n'avons donc pas à parler plus que des procédés par *arrosement* et par *saupoudration* utilisés dans la fabrication de certaines poteries.

§ 3. — Encastage.

Les pièces en porcelaine doivent alors subir la cuisson, pour laquelle on doit les mettre dans des sortes d'étuis en argile que l'on nomme *gazettes*. Cette précaution est indispensable non seulement pour pouvoir empiler les objets dans le four, mais aussi parce que ces pièces, dont la couverte doit fondre et la pâte se ramollir sous l'action du feu, ont besoin d'être soutenues bien régulièrement pour ne pas gauchir et se déformer; enfin, elles doivent être protégées contre les cendres et la fumée qui les détérioreraient, surtout pendant la période de fusion.

Ces *gazettes* sont fabriquées par les mêmes procédés que la porcelaine. On emploie pour cela de l'argile réfractaire mélangée à une forte proportion de débris de vieilles gazettes pulvérisées (*ciment*). Cette addition a pour but de diminuer le retrait de l'argile et de l'empêcher de se fendre et de se déformer. On place d'abord dans la gazette une plaque parfaitement plane (rondeau), faite avec la même pâte que la gazette, et c'est sur cette plaque que l'on pose l'objet en porcelaine. Cet encastage doit se faire avec de grandes précautions; le rondeau doit être très propre, l'ouvrier doit poser les pièces sans détériorer la glaçure et bien horizontalement. Sur cette gazette on en dispose une seconde, puis une troisième, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'il en résulte une *pile* de 40 ou 50 centimètres, que l'on porte ensuite dans le four.

Cet *encastage* et toutes les précautions qu'il exige représentent un des facteurs importants du prix de revient de la porcelaine dure, car il en résulte un manœuvrage très dispendieux et le matériel se détériore très rapidement.

Il faut cependant qu'il soit préparé avec soin et que l'argile soit pure et bien travaillée, sans quoi les pièces en porcelaine, qui cuisent dans ces gazettes, risqueraient fort d'être détériorées soit par des déformations, soit par des *grains*, petites parties ferrugineuses qui fondent pendant la cuisson et tombent sur les objets sous forme de gouttelettes qui constituent des taches et détériorent les objets. Cette partie de la fabrication n'a pas, à proprement parler, été améliorée. Cependant la régularisation de la cuisson par l'emploi des nouveaux fours, dont nous parlerons dans un second article, a eu pour conséquence de diminuer la

casse des gazettes qui était jadis produite par les coups de feu et les inégalités de température dont on constatait les effets dans les anciens fours.

Dans un prochain article nous traiterons de la cuisson et de la décoration de la porcelaine dure et nous essaierons aussi d'exposer les conditions économiques et sociales de cette industrie.

E. Peyrusson,

Professeur de Chimie industrielle
à l'École nationale d'Art décoratif
à Limoges.

REVUE DE QUELQUES TRAVAUX MATHÉMATIQUES RÉCENTS

J'ai fait à plusieurs reprises, dans ce journal, une revue sommaire de quelques travaux mathématiques récents[1]. Je vais encore aujourd'hui faire un peu au hasard une promenade à travers les Mathématiques, sans chercher le moins du monde à être complet, et en laissant de côté, autant que possible, les théories dont j'ai déjà parlé dans les articles précédents.

I

On ne peut s'empêcher d'être frappé du nombre de publications parues dans ces dernières années se rapportant à la philosophie du nombre. Quelques-unes d'entre elles ont été discutées de main de maître dans cette Revue[2]. Je n'y reviendrai pas, ne me sentant ni le goût ni la compétence pour parler de questions aussi subtiles que celles que traite dans sa thèse M. Couturat[3]. Je veux seulement faire quelques remarques sur l'intérêt que de telles spéculations peuvent présenter pour les progrès des Mathématiques. Il est des mathématiciens, un peu méfiants, qui ne voient pas sans inquiétude cette invasion philosophique, malgré les grands noms dont elle peut se recommander. Ils pensent que cette débauche de logique est peu favorable à l'esprit d'invention, et que, si elle est bonne pour les hommes mûrs, elle risque d'être dangereuse pour les jeunes chercheurs qui ont besoin d'avoir de l'audace et ne doivent pas craindre constamment de voir le sol s'effondrer sous leurs pas. Ces mêmes mathématiciens s'intéressent seulement aux travaux qui renferment des faits analytiques ou géométriques nouveaux et aux méthodes qui augmentent la puissance de l'Analyse mathématique; ils ne s'étonnent pas, d'ailleurs, comme M. Tannery, que certaines parties des Mathématiques s'appliquent à quelque chose, car il leur semble qu'à l'origine elles ont eu précisément un but pratique, les Mathématiques appliquées ayant, sans paradoxe, précédé les Mathématiques pures. Je ne dissimulerai pas que j'ai des sympathies pour ces mathématiciens, en faisant cependant quelques réserves. Leur point de vue, outre qu'il ne fait pas à l'Art une place suffisante, est, en même temps, trop étroit; il se pourrait que la crainte de la Scolastique les éloignât de spéculations[4] qui auront un jour de l'importance pour le développement des Mathématiques positives.

Il y a lieu de faire une distinction. Certaines questions sont manifestement d'un intérêt purement philosophique et n'auront jamais la moindre utilité pour les Mathématiques, comme, par exemple, de savoir si la priorité appartient au nombre ordinal ou au nombre cardinal. Mais, dans d'autres cas, il faut apporter plus de réserve; il semble qu'il en soit ainsi pour la Théorie des ensembles de M. Cantor. Le lecteur trouvera les points essentiels de cette doctrine dans l'article de M. Tannery cité plus haut. Mes mathématiciens de tout à l'heure vont me demander de citer quelque exemple, qui n'ait pas été bâti pour la circonstance, et où se présentent naturellement les ensembles de M. Cantor. Certaines des fonctions introduites en Analyse par M. Poincaré sous le nom de fonctions fuchsiennes permettent de répondre à cette question. On a là un type de fonctions d'une variable complexe, uniformes dans tout le plan, ayant sur une circonférence une infinité de points singuliers, sans avoir cependant la circonférence comme ligne singulière; aucun de ces points singuliers n'est isolé, leur ensemble forme sur la courbe un ensemble *parfait*. Voici donc une question se rattachant à la théorie des équations différentielles linéaires ordinaires, où vient s'offrir

[1] Voyez à ce sujet la *Revue* du 30 novembre 1890, t. I, p. 702 et suiv., et du 15 novembre 1892, t. III, p. 725 et suiv., du 30 décembre 1894, p. 945 et suiv.

[2] Voir l'article de M. J. Tannery sur l'*Infini mathématique* (*Revue générale des Sciences* du 28 février 1897).

[3] J. Couturat. *De l'Infini mathématique*. 1896.

[4] Nous ne parlons ici que des spéculations philosophiques relatives au nombre. Pour celles qui concernent la nature de l'espace, elles ont donné une vive impulsion à la Théorie des formes quadratiques de différentielles et à la Théorie des groupes de transformations; mais c'est là un sujet que nous avons traité dans une revue précédente.

naturellement un ensemble parfait non continu. Il est à présumer que, dans l'étude d'autres fonctions ou d'autres équations différentielles, s'introduira nécessairement la considération de ces multiplicités fort étranges au premier abord. Citons encore un second exemple d'une nature toute différente : dans un récent mémoire, M. Hadamard vient d'étudier les lignes géodésiques des surfaces à courbures opposées ayant un nombre limité de nappes infinies[1]. Il établit que les tangentes aux lignes géodésiques passant par un point de la surface, et restant à distance finie, forment un ensemble parfait non continu. Ce résultat est intéressant au point de vue de la disposition des lignes géodésiques de la surface ; il montre qu'il existe des lignes géodésiques se rapprochant d'une géodésique fermée déterminée, puis abandonnant celle-ci pour se rapprocher d'une autre, puis passant à une troisième, et ainsi de suite indéfiniment. Ces deux exemples suffiront pour montrer l'intérêt que pourra présenter dans des questions classiques la Théorie des ensembles. Tout cela, sans doute, promet aux géomètres de belles difficultés, mais les sciences mathématiques partageront probablement dans l'avenir, avec bien d'autres sciences, le privilège de la complication. Espérons seulement que des homme de génie viendront, de loin en loin, donner, au moins pour un temps, l'illusion de la simplicité.

II

Les mathématiciens qui ne se piquent pas de philosophie, peuvent donc avoir à tirer parti de spéculations qui tout d'abord semblent très éloignées de leurs sujets habituels de recherches. Si certain esprit philosophique, dans les Mathématiques, conduit à piétiner sur place, il en est un autre plus actif qui est la condition nécessaire du progrès et nous pousse à sortir des cadres où nous serions tentés de nous renfermer. Ainsi, quelques analystes veulent systématiquement réduire l'Analyse à l'étude des fonctions dites analytiques, c'est-à-dire développables en série de Taylor; c'est, ce me semble, une vue trop étroite. L'idée de fonction, c'est-à-dire de dépendance entre plusieurs quantités est autrement vaste, et nous ne devons pas négliger de la creuser, autant qu'il nous est possible, dans toute sa généralité. Mais, dira-t-on, les fonctions usuelles sont analytiques; indiquez-nous quelques questions où il y ait intérêt à se placer à des points de vue aussi généraux. Il suffit, pour répondre, de se reporter aux théorèmes relatifs à l'existence des intégrales des équations différentielles; dans ces questions, c'est en cherchant des modes de démonstrations qui ne soient pas limités aux fonctions analytiques, que l'on est arrivé à avoir des déterminations des intégrales dans le champ le plus étendu : le point de vue le plus général donne, pour les applications, les meilleurs résultats. Dans un autre ordre d'idées, la Théorie des fonctions analytiques conduit elle-même à la considération des fonctions non analytiques, comme il arrive fréquemment pour les séries entières qui restent continues sur leur cercle de convergence. Citons encore un fait remarquable signalé, il y a peu de temps, par M. Borel : ce géomètre forme une équation aux dérivées partielles du second ordre où ne figurent que des fonctions analytiques, et, cherchant les solutions périodiques de cette équation, il trouve une seule solution qui n'est pas analytique. Il est fort curieux de voir apparaître ainsi nécessairement une telle solution dans un problème dont toutes les données sont analytiques, et tout porte à penser que pareille circonstance pourra se présenter ailleurs, en Physique mathématique par exemple, où l'on ne voit pas du tout pourquoi ne devraient figurer que des fonctions analytiques.

Nous ne quitterons pas l'avant-garde des Mathématiques en disant un mot des séries divergentes. Elles commencent à se relever du discrédit qui les avait frappées; seuls, les astronomes les employaient avec confiance et ne s'en trouvaient d'ailleurs pas mal. La littérature mathématique de ces dernières années les réhabilite beaucoup; M. H. Poincaré avait déjà montré l'intérêt que présentait la considération des séries divergentes dans la théorie des équations linéaires, et comment on pouvait représenter *asymptotiquement* leurs intégrales à l'aide de telles séries. M. Borel vient de publier un mémoire très suggestif sur les séries divergentes sommables, où il étend la notion de limite, et indique comment on peut définir dans des cas très étendus la somme d'une série divergente; il a appliqué ces considérations à l'étude des fonctions représentées par des séries entières. Il est probable que le rôle des séries divergentes est appelé à s'étendre beaucoup dans l'avenir.

III

La Théorie des fonctions analytiques continue à faire l'objet de nombreuses recherches; on doit cependant s'attendre à ce que les progrès de quelque importance vont maintenant y être plus lents. La moisson depuis vingt ans a été extrêmement abondante, et sur bien des points on est arrêté aujourd'hui par des difficultés considérables. Ces difficultés prennent de plus en plus un caractère arithmétique, et les rapports entre la Théorie des

[1] *C. R. Acad. des Sc. de Paris*, t. CXXIV, n° 26.

fonctions et la Théorie des nombres vont, sans doute, devenir de plus en plus étroits.

Les séries entières, c'est-à-dire les séries ordonnées suivant les puissances croissantes d'une variable, jouent un rôle capital en Analyse. M. Hadamard a donné, pour la recherche des points singuliers d'une telle série situés sur le cercle de convergence, une méthode d'une grande importance. En l'appliquant aux fonctions *entières* (séries entières convergentes dans tout le plan), il a pu obtenir la loi de distribution des racines d'une telle fonction, quand on connaît la loi des coefficients. Ces résultats méritent de devenir classiques; ils viennent d'être utilisés par M. Von Mangoldt, M. de la Vallée-Poussin et M. Hadamard lui-même pour une étude très approfondie d'une transcendante célèbre introduite par Riemann dans la théorie des nombres premiers. Les méthodes de M. Hadamard ont été aussi employées par M. Fabry pour l'étude des séries entières qui ne sont pas susceptibles de s'étendre au delà de leur cercle de convergence. On peut regarder comme probable, d'après ces recherches, que, loin d'être l'exception, ce cas est, en quelque sorte, le cas général; il est curieux que l'on ait eu autrefois à se donner beaucoup de mal pour trouver des exemples d'une circonstance aussi fréquente.

On sait que, dans le voisinage d'un point singulier essentiel isolé, une fonction uniforme prend un nombre infini de fois toute valeur donnée, une exception seulement étant possible pour *deux* valeurs particulières au plus. Comme cas particulier, il résulte de là qu'une fonction entière qui ne devient égale à deux constantes données que pour un nombre limité de positions de la variable, est nécessairement un polynome. M. Borel a réussi à donner de ce dernier théorème une démonstration directe, qui avait été longtemps cherchée en vain, sans recourir, comme on avait dû le faire, à la théorie des fonctions elliptiques modulaires. On ne peut dire que sa démonstration doive être considérée comme élémentaire, car elle exige des raisonnements fort délicats, mais elle est extrêmement intéressante et elle conduit à des généralisations étendues, en montrant l'impossibilité de certaines identités.

M. Painlevé poursuit ses belles recherches sur la Théorie analytique des équations différentielles d'ordre supérieur au premier. Elles présentent de très graves difficultés, dont la plus importante est l'existence possible de points singuliers essentiels mobiles. M. Painlevé étudie spécialement les équations différentielles algébriques dont l'intégrale générale n'admet qu'un nombre fini de valeurs autour des points critiques mobiles. Bornons-nous au second ordre; la manière dont les constantes arbitraires figurent dans l'intégrale générale joue un rôle capital. M. Painlevé élucide complètement la nature de l'intégrale quand on peut choisir les constantes de manière que l'une d'elles entre algébriquement, et il montre que l'on est ramené à des types connus d'équations. Si les deux constantes entrent d'une manière transcendante, de quelque façon qu'on les choisisse, la question est beaucoup plus difficile; c'est le seul cas qui pourrait donner des transcendantes vraiment nouvelles. Sur ce point, M. Painlevé n'a pas achevé ses recherches, mais, quelles que doivent être leurs conclusions dernières, les analystes admireront la pénétration dont témoignent maintes pages du volume, dans lequel le profond géomètre a rassemblé les leçons qu'il fut invité, en 1895, à faire sur ces matières à l'Université de Stockholm[1].

L'étude des équations différentielles, en supposant que les variables restent réelles, continue à faire l'objet de nombreux mémoires, tant dans la théorie des équations différentielles ordinaires que dans la théorie des équations aux dérivées partielles. Mais je dois abréger, et je me bornerai à citer un mémoire de M. Liapounoff, dans lequel l'éminent géomètre russe répond à une question posée depuis longtemps sur le mouvement d'un système dans le voisinage d'une position d'équilibre. On sait que, quand il y a une fonction des forces, la position d'équilibre d'un système matériel est stable, si, pour cette position, la fonction des forces est maxima. Quant aux positions d'équilibre, pour lesquelles cette dernière condition n'est pas remplie, on les regardait généralement comme instables, mais leur instabilité n'avait jamais été démontrée. M. Liapounoff l'établit en particulier pour le cas, que l'on peut appeler général, où la non-existence du maximum de la fonction des forces se reconnaît par les termes du second ordre. De telles recherches sont, d'ailleurs, en connexion étroite avec les travaux de M. H. Poincaré sur la forme des courbes définies par des équations différentielles.

IV

La Théorie des équations aux dérivées partielles, restée longtemps stationnaire, a fait dans ces dernières années de sérieux progrès, particulièrement sous l'influence du grand ouvrage de M. Darboux sur la Théorie des Surfaces, où des problèmes géométriques variés conduisent à de telles équations.

De nombreux mémoires avaient été consacrés à la démonstration générale de l'existence des inté-

[1] P. Painlevé : *Leçons sur la théorie analytique des équations différentielles, professées à Stockholm en* 1895. A. Hermann, éditeur, Paris, 1897.

grales d'un système d'équations aux dérivées partielles. M. Riquier, et ensuite, sous une forme plus précise, M. Delassus, sont arrivés à lever les difficultés qui subsistaient encore, et l'on peut maintenant, dans tous les cas possibles, se rendre compte du degré de généralité des solutions. Il faut, d'ailleurs, bien préciser, dans ces questions, ce qu'on entendra par degré de généralité. Il figure, dans l'intégrale générale d'une équation aux dérivées partielles, des fonctions arbitraires. Les géomètres, au commencement de ce siècle, considéraient, par exemple, comme ayant un plus grand degré de généralité une intégrale dépendant de deux fonctions arbitraires qu'une intégrale dépendant d'une seule fonction arbitraire. Cela est vrai à un certain point de vue, au point de vue analytique, mais il en est autrement au point de vue arithmétique, et on peut dire qu'un nombre fini quelconque de fonctions arbitraires n'ont pas un plus grand degré de généralité qu'une seule fonction arbitraire, tout au moins si les fonctions sont analytiques; car c'est se donner dans les deux cas une suite simplement infinie de coefficients. Aussi s'explique-t-on que M. Borel ait pu établir que toutes les intégrales analytiques d'une équation linéaire d'ordre quelconque aux dérivées partielles peuvent être obtenues à l'aide d'une formule ne renfermant qu'*une* fonction arbitraire. Il y a certainement, au point de vue qui nous occupe, une grande différence entre les équations dont toutes les intégrales sont analytiques et celles qui admettent des intégrales non analytiques. Il y a donc quelque intérêt à être assuré que *toutes* les intégrales d'une équation aux dérivées partielles sont analytiques; on peut indiquer aujourd'hui des classes étendues d'équations jouissant de cette propriété.

La Théorie des équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes a fait, comme on sait, au commencement de ce siècle, l'objet des travaux d'Ampère. Pendant de longues années, il n'a été rien ajouté d'essentiel à ces mémoires célèbres. En 1870, M. Darboux publia un mémoire renfermant des vues profondes et originales, qui est fondamental dans l'histoire de cette Théorie. Depuis cette époque, divers géomètres ont développé des méthodes se rapprochant plus ou moins de celle de M. Darboux. Dans un ouvrage considérable [1], M. Goursat a rassemblé et comparé les méthodes proposées, en y ajoutant ses recherches personnelles sur ces questions difficiles. Il a pu partager les équations du second ordre en quatre grandes classes, et l'examen de certains cas particuliers l'a conduit à une classe nouvelle d'équations intégrables. Les recherches de M. Goursat jettent une vive lumière sur les travaux d'Ampère, dont plus d'un point, malgré tant d'années, était resté obscur. Arrêtons-nous seulement sur une question importante, à laquelle on avait fait des réponses diverses. Ampère définit de la manière suivante l'intégrale générale d'une équation aux dérivées partielles : pour qu'une intégrale soit générale, il faut qu'il n'en résulte entre la fonction et ses dérivées à l'infini que les relations exprimées par l'équation donnée et par les équations qu'on en déduit en la différentiant. Les travaux de Cauchy et de ses successeurs conduisent à une autre définition de l'intégrale générale : en se bornant au second ordre et à deux variables, une intégrale dépendant d'éléments arbitraires sera générale, si elle correspond à une surface que l'on puisse faire passer par une courbe arbitraire, la loi de variation des plans tangents le long de cette courbe étant elle-même arbitrairement donnée. Y a-t-il identité entre la définition d'Ampère et celle de Cauchy? Les avis étaient partagés; M. Goursat montre bien nettement qu'une intégrale peut être générale au sens d'Ampère, sans être générale au sens de Cauchy.

V

Il nous faudrait maintenant suivre les travaux se rapportant à l'Algèbre supérieure et à la Théorie des nombres, mais ce sont des sujets bien abstraits pour trouver longuement place ici. De nombreux mémoires ont été consacrés à la Théorie des substitutions. Nous pouvons signaler en France un intéressant travail de M. Maillet, couronné l'année dernière par l'Académie, mais c'est surtout en Allemagne et en Amérique que l'effort des chercheurs s'est porté de ce côté. On sait qu'on entend par substitution effectuée sur un certain nombre de lettres l'opération permettant de passer d'une permutation de ces lettres à une autre. Un ensemble de substitutions forme un *groupe* quand, en les combinant entre elles, on obtient toujours des substitutions du même ensemble; le nombre des substitutions de celui-ci s'appelle l'*ordre* du groupe. C'est un problème, depuis longtemps posé, que la recherche de toutes les substitutions d'un ordre donné. Les derniers travaux des algébristes allemands et américains ont notablement étendu nos connaissances sur ce sujet. Pour donner au moins quelques énoncés, rappelons qu'on appelle groupe *résoluble* ou *métacyclique* un groupe appartenant à une équation résoluble par radicaux, groupe dont l'étude est relativement facile. M. Frobenius a démontré que tout groupe dont l'ordre décomposé en facteurs premiers ne renferme que des facteurs à la première puissance,

[1] E. Goursat : *Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes*. A. Hermann, éditeur, Paris, 1896.

est résoluble, et la même propriété appartient aux groupes dont l'ordre est de la forme pq^{α}, en désignant par p et q deux nombres premiers, et par α un entier positif quelconque. Ces résultats sont dignes de remarque : ils montrent combien sont rares, au moins pour les ordres inférieurs, les groupes non résolubles. On serait tenté de croire que la notion, en apparence si étendue, de *groupe de substitutions* est beaucoup plus restreinte qu'il ne semble au premier abord. C'est un peu aussi la même pensée qui se présente à l'esprit pour la célèbre Théorie des groupes de transformation de M. Sophus Lie, quand on étudie son développement dans ces derniers temps. Ce n'est qu'après de longues recherches, que nous pouvons le plus souvent juger de l'étendue de nos conceptions.

Dans la Théorie des nombres, les problèmes relatifs aux approximations et à la Théorie arithmétique des formes comptent parmi les plus attrayants et les plus difficiles. C'est à ces problèmes que M. Hermite a consacré autrefois quelques-uns de ses plus beaux travaux. Dans ces dernières années, deux géomètres allemands, M. Minkowski et M. Hurwitz, ont été d'une manière particulièrement brillante les continuateurs de M. Hermite. Dans un volume intitulé « *Geometrie der Zahlen* », M. Minkowski vient de développer une méthode géométrique profonde, qui l'a conduit à des résultats extrêmement généraux sur la Théorie des formes. Il obtient en particulier les résultats de M. Hermite sur les formes quadratiques, mais avec des limites plus étroites d'approximation. Pour citer un exemple, considérons une forme quadratique à n variables, restant toujours positive et différente de zéro (sauf, bien entendu, pour les valeurs *zéro* données à toutes les variables), et dont les coefficients sont des quantités réelles quelconques; quand les variables prennent des valeurs entières qui ne sont pas toutes nulles, la forme a évidemment un minimum dont, pour un grand nombre de questions, il est important d'avoir une limite supérieure. M. Hermite avait trouvé une limite de la forme $\gamma_n \sqrt[n]{D}$, où D désigne le discriminant de la forme et γ_n une quantité purement numérique ne dépendant que de l'entier n. M. Minkowski retrouve une limite de même forme, mais où le coefficient γ_n est plus petit que celui de M. Hermite. Les principaux résultats de M. Minkowski ont été démontrés par M. Hurwitz à l'aide de méthodes purement arithmétiques, sans aucune considération géométrique. Dans le même ordre d'idées, on doit aussi à cet éminent géomètre bien des résultats d'une grande élégance relatifs aux approximations numériques.

VI

Cette revue, bien sommaire et bien incomplète, donnera une idée de l'activité des mathématiciens. De nombreuses tentatives ont été faites avec bonheur dans des directions variées, et des théories générales ont été élaborées dont l'avenir montrera sans doute de plus en plus la fécondité. On pouvait même, il y a quelques années, s'alarmer de cet entraînement un peu trop général vers des théories nouvelles, car il est souvent plus facile de se poser de nouveaux problèmes que de réaliser un progrès sérieux dans des questions depuis longtemps ouvertes. Il semble bien qu'il y ait eu dans ces derniers temps une réaction salutaire. Plusieurs questions longtemps négligées ont été reprises avec succès en profitant des progrès accomplis ailleurs; on en a vu plus haut de nombreux exemples.

Emile Picard,
de l'Académie des Sciences.
Professeur d'Analyse supérieure
à l'Université de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Desaint (L.). — Sur quelques points de la théorie des fonctions. — (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *vol. in-8° de 74 pages, Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1897.

Le jeune mathématicien qui vient de conquérir brillamment le grade de docteur avait déjà communiqué à l'Académie des Sciences plusieurs résultats relatifs à la théorie des fonctions, et qu'on retrouve dans sa thèse. C'est un sujet qu'il aime et où il a déjà pris une place importante.

Son travail est un des exemples les plus frappants de ce que peut produire une idée simple et juste. Le point de départ, est en effet, celui-ci : lorsque plusieurs vecteurs de même origine sont dirigés dans un plan d'un même côté d'une droite, leur somme est un vecteur qui n'est pas nul et qui, est lui aussi, dirigé du même côté de la droite.

Cette remarque est tellement évidente qu'elle ne constitue pas un théorème, à proprement parler. Il est probable que beaucoup l'ont faite depuis longtemps; mais personne, avant M. Desaint, n'en avait tiré parti, comme il vient de le faire si habilement.

Les applications intéressantes qu'il tire de ce principe ont été divisées par lui en deux parties. La première a pour titre : « Sur la distribution des zéros des fonctions uniformes. » Elle débute par un théorème fondamental concernant une série de fractions rationnelles et délimitant la région qui peut contenir les zéros de la fonction ainsi considérée. La démonstration de cette proposition s'établit avec une extrême simplicité, grâce au principe rappelé précédemment.

Les conséquences développées sont relatives aux fonctions algébriques et aux surfaces d'intégration des intégrales doubles. Plusieurs fonctions, étudiées par M. Poincaré et par M. Homèn, font notamment l'objet d'un examen tout spécial.

L'auteur passe ensuite aux fonctions déterminées par des intégrales définies multiples, établit un certain nombre de théorèmes, et retrouve par sa méthode certains résultats de M. Darboux, de Weierstrass et de Laguerre, dont il donne des généralisations.

La seconde partie de la thèse est intitulée : « Sur la distribution des valeurs de la variable qui font prendre à une fonction une valeur donnée *u*. »

Après avoir démontré quelques propositions générales, M. Desaint en fait application à l'étude des fonctions entières, en se plaçant au même point de vue que M. Picard, et termine par l'étude des *valeurs d'exclusion* de ce dernier. On sent que cette seconde partie a été fort abrégée, l'auteur devant nécessairement se restreindre.

Du reste, ainsi que l'a très justement fait remarquer M. Poincaré au cours de la soutenance, l'idée directrice qui a inspiré tout ce travail se prêterait encore à bien d'autres applications, et il faut encourager l'auteur à persévérer dans cette voie, car il n'a pas la prétention d'avoir épuisé le sujet.

Dans les limites où il a dû se tenir, son travail actuel constitue l'une des contributions les plus intéressantes à la théorie des fonctions, dont cette partie de la science mathématique ait été enrichie depuis quelques années. Je suis heureux de pouvoir, en terminant, féliciter de son succès le jeune géomètre, que j'ai connu et suivi depuis son enfance, et qui semble destiné à un brillant avenir scientifique.

C.-A. LAISANT,
Docteur ès-sciences.

2° Sciences physiques

Perrin (Jean). — Rayons cathodiques et Rayons de Röntgen. (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *brochure in-8° de 64 pages avec figures. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1897.

Voici la première thèse sur les rayons X, ce ne sera sans doute point la dernière, car les problèmes physiques que pose la découverte de Röntgen et qui ne sont point résolus apparaissent de plus en plus nombreux et bien dignes de tenter l'activité des chercheurs.

Le travail de M. Perrin restera, non seulement parce qu'il aura été le premier en date, mais encore et surtout parce qu'il renferme des résultats très importants; il se divise en deux parties distinctes: dans la première, l'auteur décrit ses expériences, faites en 1895, sur les rayons cathodiques; dans la seconde, il relate ses recherches effectuées après la publication du célèbre mémoire de Röntgen.

Nous avons, dans cette *Revue* même [1], rendu compte des expériences faites par Lenard sur les rayons cathodiques en 1894, et nous avons exposé alors les conséquences qu'elles nous paraissaient entraîner; deux théories se trouvaient en présence pour expliquer les faits connus : la théorie de l'émission, défendue par les physiciens anglais, la théorie des ondulations, soutenue plus spécialement par les Allemands et qu'avait adoptée Hertz, entre autres. Les résultats obtenus par Lenard semblaient exclusivement favorables à la seconde manière de voir. Toutefois, les partisans de l'émission ne désarmèrent point. J.-J. Thomson, particulièrement, fit une juste critique de certaines expériences de Lenard et montra que les difficultés n'étaient pas toutes écartées. C'est à ce moment que M. Perrin réalisa une expérience fort élégante et qui apporta aux débats un fait nouveau très important, dont toute théorie devra désormais tenir compte. La théorie de l'émission repose tout entière sur l'hypothèse d'une électrisation des rayons; plusieurs essais infructueux avaient déjà été tentés pour la mettre en évidence. M. Perrin réussit, d'une façon très simple, à montrer que les rayons X sont électrisés négativement.

On ne saurait, certes, conclure de cette expérience que la théorie de l'émission est désormais prouvée; si l'électrisation des rayons s'interprète d'une façon plus simple dans le langage classique, en considérant que les rayons cathodiques sont constitués par des projectiles matériels électrisés, il ne paraît nullement impossible, en revanche, de concevoir, même dans l'état actuel de nos connaissances, que des vibrations puissent transporter de l'électricité. Sur ce point, nous ne saurions partager l'opinion de M. Perrin; il est vrai que c'est là une pure question de sentiment, et les hypothèses mécaniques que nous nous plaisons à imaginer pour expliquer les phénomènes de la Physique sont, sans doute, et demeureront toujours les unes aussi bien que les autres fort éloignées de la réalité.

Ainsi préparé par ses études sur les rayons cathodiques, M. Perrin se trouva, lorsqu'éclata la nouvelle de la découverte de Röntgen, en mesure d'étudier les nouveaux rayons. Avec une grande activité scientifique, il se mit à l'œuvre et il fut l'un des premiers, en France, à reproduire les expériences fondamentales du physicien de Würzburg; il relate sommairement dans son mémoire ses premiers essais, mais la partie vrai-

[1] *Revue générale des Sciences*, 15 octobre 1894.

ment originale de cette seconde moitié de son travail, se rapporte à l'étude de l'action que les rayons X exercent sur les corps électrisés..

Cette action, connue de Röntgen, fut découverte de nouveau vers le même temps et d'une façon indépendante par de nombreux physiciens : Benoïst et Hurmuzescu, H. Dufour, Righi, J.-J. Thomson etc...; mais elle ne fut pas, tout d'abord, bien comprise. C'est J.-J. Thomson, puis Righi qui expliquèrent que la décharge des corps électrisés est surtout attribuable aux gaz qui, traversés par les rayons, se comportent, à certains égards, comme des électrolytes. Mais M. Perrin a, le premier, réalisé une expérience simple, entièrement démonstrative, qui rendait désormais toute discussion impossible, et expliquait toutes les particularités observées. Il montra que les rayons peuvent décharger, sans les rencontrer, des corps électrisés situés dans un gaz en repos, et que tout se passe, en somme, comme si, là où des rayons traversent un gaz, apparaissaient des charges égales et contraires, puis que ces charges se mouvaient sous l'influence du champ le long des tubes de force qui les contiennent, jusqu'à ce qu'elles rencontrent un conducteur qu'elles déchargent ou un isolant solide ou liquide qu'elles chargent.

Dans le cas où les surfaces chargées sont elles-mêmes rencontrées et que ces surfaces sont métalliques, un second effet, l'effet métal, s'ajoute au premier.

M. Perrin a étudié avec beaucoup de soins toutes les circonstances du phénomène; il a tiré de ses expériences des conséquences très intéressantes, montrant, par exemple, comment elles permettent de fixer une unité de quantité pour les rayons Röntgen, ou comment elles conduisent à la mesure des différences apparentes de potentiel au contact de deux métaux.

Ce travail, très soigné, fait le plus grand honneur au jeune physicien. M. Perrin aura contribué, pour une grande part, à nous faire bien connaître cette propriété importante des rayons Röntgen, qui fournissent un moyen si commode pour obtenir l'ionisation des gaz. Les lecteurs de la *Revue* qui ont lu le remarquable article de M. Guillaume sur *Les rayons X et la Dissociation* [1] comprendront l'intérêt qui s'attache à une telle étude.

Outre ses propres expériences, M. Perrin discute dans sa thèse les principaux travaux relatifs aux rayons cathodiques et aux rayons de Röntgen. Aussi, son mémoire, écrit avec une grande clarté, parfaitement ordonné et très documenté, constitue-t-il, à l'heure présente, l'un des livres les plus intéressants qui aient été écrits sur ces questions si curieuses.

LUCIEN POINCARÉ,
Chargé de Cours à la Sorbonne.

Loppé (F.), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **Les Accumulateurs électriques.** — 1 *vol. in*-18 *de* 204 *pages avec* 47 *figures de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut.* (*Prix : broché*, 2 *fr.* 50; *cartonné*, 3 *fr.*) *Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris*, 1897.

M. Loppé a résumé dans ce petit ouvrage les conférences qu'il professe à l'Ecole supérieure d'Electricité de Paris : c'est dire qu'il s'est attaché à y rassembler d'une manière aussi complète que possible les données pratiques nécessaires à de futurs ingénieurs électriciens, qui, de quelque côté qu'ils se dirigent, ont bien des chances d'avoir une ou plusieurs batteries d'accumulateurs à installer ou à surveiller. Après un court rappel des lois de l'Electrochimie (qui, à l'Ecole d'Electricité, fait l'objet d'une autre série de conférences spéciales), l'auteur donne la définition et la classification des accumulateurs, en étudie le groupement et les emplois. Puis il aborde l'étude du plus important d'entre eux, l'accumulateur au plomb. La théorie chimique en est complexe, et n'est peut-être pas encore bien fixée; on trouvera dans l'ouvrage de M. Loppé, au moins les éléments de la discussion; au reste, bien plus que cette théorie, ce sont les variations des divers éléments mesurables qui intéressent le praticien : force électromotrice, résistance intérieure, densité de l'électrolyte; tous ces points sont soigneusement étudiés dans cette partie, qui forme, à proprement parler, le corps de l'ouvrage et se termine par des renseignements pratiques sur la conduite et l'entretien d'une batterie. Le reste du volume est consacré aux autres types d'accumulateurs, aux appareils accessoires et aux mesures.

P. JANET,
Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Paris,
Directeur du Laboratoire central
et de l'Ecole supérieure d'Electricité.

3° Sciences naturelles

Roos (L.), *Directeur de la Station œnologique de l'Hérault*, — **L'Industrie vinicole méridionale.** — 1 *vol. in*-12, *de* 326 *p. avec* 50 *figures et* 5 *planches.* (*Prix : 5 fr.* 50.) *C. Coulet, éditeur à Montpellier, et G. Masson, éditeur à Paris.* 1898.

Les stations œnologiques, de fondation relativement récente, ont déjà rendu des services importants. Les expériences nombreuses qui y ont été faites ont montré jusqu'à quel point les indications scientifiques pouvaient être utiles pour venir aider la pratique dans tout ce qui concerne la fabrication et la conservation du vin. Le nouveau livre de M. Roos, *L'Industrie vinicole méridionale*, a été conçu dans cet esprit, et il recevra certainement dans le public viticole méridional un accueil bien mérité.

L'industrie viticole étant au premier chef une industrie de fermentation, l'auteur consacre tout un chapitre à la fermentation alcoolique et vinique, où les descriptions sont complétées par des figures très nettes représentant des levures de différentes sortes.

Le chapitre second comprend l'étude du raisin, c'est-à-dire ce qui concerne sa maturation et sa composition, en examinant plus spécialement les variétés cultivées en grande culture dans le midi de la France.

Le mode opératoire de la vendange, la correction du moût et l'influence de l'époque de la cueillette des raisins sur la qualité du vin, sont l'objet d'un développement contenant de précieux renseignements pratiques.

Enfin, la vinification proprement dite et, plus spécialement, la vinification en rouge sont étudiées de la façon la plus complète. L'opportunité de l'égrappage et du foulage, l'aération de la vendange, l'influence de la température sur les fermentations, etc., sont présentées sous une forme d'autant plus originale que l'auteur donne la description d'appareils enregistreurs qui sont dus entièrement à son habileté. L'acidification, le plâtrage, le phosphatage et l'emploi des levures sélectionnées sont traités sous une forme des plus intéressantes.

L'auteur termine par un exposé sur la vinification en blanc, l'utilisation des sous-produits (marcs, lies et tartres), et les soins à donner aux vins, insistant d'une façon toute particulière sur le chauffage, le filtrage, le collage et le traitement des vins malades.

Ce léger aperçu montre suffisamment que le livre *L'Industrie vinicole méridionale*, est un ouvrage complet et qu'il justifie pleinement le titre que lui a donné l'auteur.

J.-M. GUILLON,
Directeur de la Station Viticole de Cognac.

Fauvel (Pierre), *Préparateur à la Faculté des Sciences de Caen.* — **Recherches sur les Ampharétiens.** — (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — 1 *vol. in*-8° *de* 242 *pages avec* 11 *planches.* (*Extrait du Bull. scient. du Nord de la France, tome XXX.*) *Imprimerie L. Danel. Lille*, 1897.

Ce travail est l'étude monographique d'une petite famille d'Annélides Polychètes, du groupe des Sédentaires, renfermant des espèces assez rares, de petite taille, qui habitent des tubes enfoncés verticalement

[1] Dans la *Revue* du 15 juillet 1897.

dans la vase. M. Fauvel a surtout étudié l'*Ampharete Grubei* et l'*Amphicteis Gunneri*, qu'il a pu avoir vivants en assez grand nombre à Saint-Vaast-la-Hougue et à Naples.

L'*Ampharete Grubei*, jusqu'ici connu seulement dans les mers septentrionales (sauf un exemplaire trouvé en 1863 par Claparède à Saint-Vaast), a apparu brusquement à Saint-Vaast, au printemps de 1895, en très grande abondance, couvrant de ses tubes la surface des vases à zostères; depuis ce temps, les individus paraissent diminuer de nombre et de taille. L'hiver rigoureux de 1894-1895 a été sans doute la cause de l'arrivée à la côte de nombreuses larves de cet *Ampharete*, qui doit vivre normalement dans la Manche, à une certaine profondeur, mais n'y a pas encore été découvert. Les *Ampharete* vivent très bien dans un cristallisoir dont le fond est garni d'une couche de sable fin, ce qui a permis à M. Fauvel d'observer la formation du tube, édifié au moyen des tentacules buccaux et des sécrétions muqueuses du lobe céphalique et des boucliers ventraux, comme chez les Térébelles.

Je ne résumerai pas la description minutieuse et un peu tirée en longueur de la morphologie et de l'anatomie des Ampharétiens étudiés par M. Fauvel; somme toute, ils ressemblent beaucoup à des Térébelliens, et n'en diffèrent que par des détails de minime importance morphologique (quatre paires de branchies antérieures au lieu de trois paires, tentacules buccaux rétractiles dans l'œsophage, position un peu différente des néphridies et du diaphragme thoracique, etc.); aussi M. Fauvel se range à l'opinion généralement admise, et considère les Térébelliens et les Ampharétiens comme deux branches issues d'une souche commune.

Quelques points plus intéressants ou critiques sont cependant à mentionner : dans la chaîne nerveuse ventrale de la région thoracique, il existe deux canaux neuraux discontinus (tubes géants ou neurocorde des auteurs), qui sont bien nettement les prolongements des cellules géantes des ganglions ventraux, comme Leydig, Spengel et Rohde l'ont admis contre Cunningham.

Dans l'épithélium cylindrique de l'œsophage et de l'estomac, M. Fauvel trouve, de place en place, des éléments très allongés, à base renflée, dont le contenu granuleux est colorable par l'hématoxyline, le bleu de méthylène et la safranine; il est très probable que ce sont des cellules muqueuses (qui présentent, comme on sait, une affinité caractéristique pour les colorants sus-indiqués), et je ne vois pas pourquoi M. Fauvel en fait des Grégarines ; elles ne ressemblent pourtant guère à des parasites.

Chez tous les Ampharétiens (sauf *Melinna*), le sang de l'appareil vasculaire est coloré en vert intense, sans doute par de la chlorocruorine analogue à celle du sang vert des Sabelles, Serpules et Chlorémiens; *Melinna* seul a le sang rouge. Le sang vert renferme, comme il est de règle chez les Annélides à sang coloré, de petits amibocytes auxquels M. Fauvel donne à diverses reprises, par inattention sans doute, le nom d'hématies.

Sur les vaisseaux branchiaux, à l'endroit où ils passent de la cavité de la branchie dans la chambre thoracique antérieure, M. Fauvel signale des « glandes lymphatiques » répondant aux *pigmentirte Lymphdrüsen*, décrites par Meyer chez *Melinna*, précisément dans la même situation. Quelques détails histologiques ou physiologiques à leur sujet n'auraient peut-être pas été superflus, étant donné l'intérêt que présentent ces organes encore si mal connus; sont-ce des chlorogogènes, comme les cellules pigmentées de *Melinna*, ou bien de vrais organes lymphoïdes, comme les organes globuligènes juxtanéphridiens des Térébelles?

Le vaisseau dorsal renferme chez tous les Ampharétiens un *corps cardiaque*, sorte de cylindre de coloration très foncée qui flotte dans le sang; ce corps cardiaque est constitué par des cellules allongées, disposées radialement, et renfermant d'innombrables granulations; à sa base, il s'insère par deux racines sur la face dorsale de l'œsophage, à son point de jonction avec l'estomac, juste au point où le cœur prend naissance du sinus sanguin péri-intestinal; les cellules épithéliales de l'œsophage se continuent sans interruption avec les cellules du corps cardiaque, qui n'est donc ici, comme chez *Siphonostoma*, qu'une évagination de l'intestin, et non pas une dépendance de la paroi du vaisseau dorsal, comme Salensky et Cunningham l'admettent pour d'autres Sédentaires. M. Fauvel attribue au corps cardiaque un rôle mécanique, à titre d'organe de soutien et de renforcement du cœur, et d'appareil valvulaire fermant l'orifice des artères branchiales pendant la systole (opinion émise aussi par Schaeppi pour l'*Ophelia*); de plus, le corps cardiaque est un organe d'épuration du liquide vasculaire, fixant sous forme de pigment brun les produits d'excrétion de celui-ci, ainsi que l'ont admis autrefois Claparède et Eisig : cette hypothèse est maintenant, d'ailleurs, à peu près démontrée par G. Schneider, qui a reconnu chez les *Terebellides* et *Pectinaria* que le corps cardiaque éliminait le saccharate de fer injecté dans le cœlome (voir mon travail sur *Les globules sanguins et les organes lymphoïdes des Invertébrés*, Archives d'Anatomie microscopique, t. I, 1897).

Les produits sexuels commencent à se former en septembre, se développent pendant tout l'hiver, et sont rejetés au dehors de mars à juin suivant les espèces; les œufs passent par les néphridies postérieures seules et sont pondus un à un, au hasard, sans former de ponte figurée.

L. Cuénot,
Chargé du Cours de Zoologie
à la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences médicales

Bourges (H.), *Préparateur du Laboratoire d'Hygiène à la Faculté de Médecine de Paris.* — **L'Hygiène du Syphilitique.** — *1 vol. in-12 de 294 pages de la Bibliothèque d'Hygiène thérapeutique.* (*Prix :* 4 fr.) *G. Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1897.

L'ouvrage débute par l'histoire générale et la distribution géographique de la syphilis. On ne sait encore l'origine exacte de cette affection, que l'épidémie célèbre des dernières années du XVe siècle mit au rang des pires fléaux. Il semble que les anciens la connaissaient, mais, à cette époque, elle prit une telle extension, une telle gravité, qu'elle absorba l'esprit des médecins et qu'on lui rattacha d'autres maladies vénériennes, comme la chancrelle et la blennorrhagie qui, jusque-là, en avaient été distinguées. Cette confusion regrettable dura jusqu'à nos jours. La syphilis se transmet toujours par contagion. Les modes de cette contagion sont très variés. Cette maladie n'est pas aussi « vénérienne » qu'on a pris l'habitude de le penser. Actuellement, elle est répandue sur tout le globe, et principalement dans les contrées où la population est la plus dense, où elle forme des foyers compacts, dans les pays où le contact avec les nations civilisées est le plus intime.

La syphilis est si fréquente que tous les ans, à Paris, 5 à 8.000 personnes gagnent la vérole (Mauriac) ! Elle s'observe surtout dans la première période de l'activité sexuelle, entre 16 et 30 ans. Les petits enfants lui paient un lourd tribut, car ils la gagnent de leurs ascendants, soit par hérédité, soit par contagion directe. Chez les vieillards, la maladie revêt souvent un caractère de malignité spécial. Les hommes sont les principaux agents de transmission de la maladie. Les prostituées la communiquent souvent, mais moins que les autres maladies. Avec une épouse infidèle au contraire, on risque davantage de prendre la syphilis que la blennorrhagie ou la chancrelle. Le facteur moral le plus net de la propagation de la syphilis est l'oisiveté et partant la débauche.

Tous les contacts, quels qu'ils soient, avec un sujet syphilitique ou un objet souillé du virus morbide peuvent engendrer le mal. Le baiser familial, les succions pratiquées sur des plaies, l'allaitement, sont des

causes de contamination bien connues. Les épidémies de syphilis vaccinale sont tristement célèbres. M. Bourges rapporte à ce propos une multitude de faits de syphilisation par contagion indirecte, qu'il est utile de connaître : transfert du virus par des instruments divers, lancettes, scarificateurs, crayons, appareils de chirurgie, rasoirs, objets de toilette, aiguilles, seringues, effets d'habillement, linges de bain, cuillers, biberon, bouteilles, pipes, cigares, jouets, cannes, etc. Morale : On ne doit jamais se servir des affaires d'autrui.

Le virus syphilitique peut être transmis par le chancre primitif et les accidents secondaires ; plus tard, à la période tertiaire, la contagion est moins facile, mais toujours possible. Il est certain que la syphilis est une maladie parasitaire, mais on n'en connaît pas encore l'agent causal.

Le microbe de Lutsgarten n'est pas universellement admis comme le bacille spécifique de la syphilis. Les recherches de contrôle de Sabouraud n'ont pas abouti à établir sa présence constante dans les lésions syphilitiques. Jamais d'ailleurs ce bacille n'a pu être cultivé en séries. La médecine expérimentale dans cette affection n'apporte pas de données concluantes, car la syphilis ne semble pas être transmissible aux animaux. Jusqu'ici, seuls, Klebs, puis Martineau, ont rapporté des cas d'inoculation expérimentale au singe, les autres espèces animales étant réfractaires.

L'importante question de la transmission de la syphilis par l'hérédité a été traitée par M. Bourges dans un chapitre de discussion critique intéressant. L'auteur montre bien la différence à faire entre l'hérédité des maladies infectieuses et l'hérédité des maladies dyscrasiques. C'est dans la première catégorie qu'il faut ranger l'hérédité syphilitique. Celle-ci ne se manifeste pas fatalement, même si les deux générateurs sont atteints. Dans cette hérédité double, qui est de beaucoup la plus favorable à la transmission du virus, la statistique de M. Fournier montre que les descendants sont frappés dans la proportion de 92 °/₀ ; ils meurent 68, 5 fois °/₀. Quand la mère seule est atteinte, elle procrée des enfants dont les 84 °/₀ sont ou seront malades et les 60 °/₀ meurent. Quand le père seul est syphilitique, la proportion baisse beaucoup : 37 °/₀ des rejetons sont frappés, 28 °/₀ meurent. Mais on ne peut établir de loi fixe dans la régularité de la transmission héréditaire de la syphilis. On observe toutes les variétés possibles. On voit des syphilis graves être suivies de grossesse normale et de progéniture saine; des syphilis bénignes être fatales à toute génération ; et encore des enfants sains naître entre des grossesses dont les produits ont été infectés. M. Bourges montre combien il faut être réservé dans l'appréciation des cas où la maladie est réputée avoir sauté une génération et s'être manifestée sur les petits enfants en laissant indemnes les produits directs d'un aïeul contaminé.

Une femme saine peut être contagionnée, non directement par son mari malade, mais par l'enfant qu'elle a conçu de lui, alors qu'il ne présentait aucun accident contagieux. Tel est le cas curieux qu'on nomme syphilis conceptionnelle. Le virus syphilitique traverse alors le placenta pour s'épandre dans le sang maternel par la marche inverse qu'il suit lorsqu'une mère, saine au moment de la conception, n'est atteinte de vérole que dans le cours de sa grossesse. Dans la syphilis conceptionnelle, l'accident initial manque et les phénomènes secondaires éclatent d'emblée. Quelquefois la syphilis reste absolument latente : la mère saine donne le jour à un enfant hérédo-syphilitique dont elle ne peut plus prendre la maladie : c'est ce qu'on appelle la loi de Baumès ou de Colles.

L'individu une fois atteint de syphilis, à quelque période de la maladie qu'il soit arrivé, ne peut plus être infecté par une nouvelle vérole. On peut lui inoculer le virus syphilitique; l'inoculation sera négative et ne reproduira pas de chancre. Les observations de réinfection syphilitique vraie sont d'une extrême rareté. Cette immunité à une nouvelle atteinte est acquise dès que la dissémination du virus primitif dans l'organisme est suffisante, c'est-à-dire au bout d'un temps variable, mais toujours relativement court. L'immunité contre la syphilis peut aussi être donnée par les parents syphilitiques à leurs enfants : ceux-ci, alors, ne présentent jamais de lésions; ils sont réfractaires à la vérole; ils sont vaccinés.

M. Bourges, après avoir exposé et judicieusement discuté les théories et faits précédents, consacre la seconde partie de son livre à l'hygiène du syphilitique. Il décrit les soins à prendre pour éviter de contracter la maladie et les précautions dont le syphilitique doit s'entourer pour préserver les autres de son mal. La question du mariage est une des plus graves. M. Bourges adopte entièrement la règle de conduite que M. le Professeur Fournier a magistralement tracée. Un syphilitique ne doit se marier que s'il réunit toutes les conditions suivantes : ne présenter aucune manifestation morbide; avoir la syphilis depuis trois ou quatre ans au moins; être indemne de tout accident syphilitique depuis deux ans; n'avoir eu qu'une syphilis bénigne, sans localisation grave; avoir suivi un traitement méthodique et suffisant.

On sait que les cas de propagation de la syphilis d'un enfant à une nourrice étrangère, ou réciproquement, entraînent les plus graves responsabilités. Les moyens d'éviter ces accidents sont clairement étudiés dans un chapitre spécial. Un enfant né de parents syphilitiques a ou n'a pas de manifestations morbides. Celles-ci tardent quelquefois à apparaître jusqu'au sixième mois : aussi, bien que né en apparence sain, ce nouveau-né est suspect. Un tel enfant doit prendre le sein maternel ou, à son défaut, être soumis à l'allaitement artificiel. Si, par erreur, il a été confié à une nourrice étrangère et qu'il vienne à présenter des manifestations syphilitiques, il faut considérer deux cas : 1° la nourrice est encore saine : on suspend alors l'allaitement, mais on garde la nourrice jusqu'à ce qu'un temps suffisant (deux à trois mois) soit écoulé pour que l'incubation de la maladie se fasse. Si, après cette période d'observation elle reste saine, on la place ailleurs; 2° la nourrice est contaminée; on lui laisse alors le nourrisson.

Inversement, un enfant sain non syphilitique peut être confié à une nourrice dont la vérole passe inaperçue. Dans ce cas, dès que la maladie se manifeste, on cesse l'allaitement, mais on *garde la nourrice*, car il y a de grandes chances pour que l'enfant soit contagionné. Si le nourrisson mis temporairement à l'allaitement artificiel ne présente rien au bout de quelques semaines, on peut le confier à une autre nourrice. S'il a pris la syphilis, on le rend à la nourrice qui l'a contagionné (c'est le meilleur moyen de le traiter). Dans les cas de suspension de l'allaitement, pour ne pas laisser tarir le lait, on trait artificiellement la nourrice ou bien on la fait têter par des petits chiens.

Ce qu'on sait de la propagation de la syphilis par la vaccination jennérienne montre péremptoirement qu'il ne faut se servir que du vaccin animal et que l'opération doit être pratiquée avec des vaccinostyles, petits instruments dont la valeur insignifiante permet qu'on les jette dès qu'ils ont servi à un seul individu.

A ces discussions de la plus haute portée font suite des conseils sur l'hygiène individuelle du syphilitique et physique et morale, sur les cures hydrominérales et quelques considérations sur les règlements sanitaires.

Le livre de M. Bourges, très complet sous son petit format, plein d'idées justes et de notions intéressantes, est à la portée de tout esprit quelque peu cultivé. La plupart des livres de médecine « démontent » le patient qui commet l'imprudence d'y chercher des explications sur son mal : celui-ci, composé avec le bon sens et le lumineux jugement qui caractérisent l'auteur, ne doit donner que du reconfort aux malades qui le lisent, et par cela même apporte une aide précieuse au médecin qui les soigne.

Dr A. Létienne.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 Novembre 1897.

La Section de Chimie présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. Schützenberger : 1° M. A. Le Bel; 2° M. Ditte; 3° MM. A. Colson, Etard, Hanriot, Joly, Jungfleisch, H. Le Châtelier, G. Lemoine.

1° Sciences mathématiques. — M. **Loewy** décrit l'observation de l'essaim des Léonides faite à l'Observatoire de Paris dans les nuits du 13 au 14 et du 14 au 15 novembre 1897. Les circonstances ont été particulièrement défavorables; toutefois, la chute d'étoiles filantes ne paraît pas avoir été abondante. — M. **Hansky** fait connaître les résultats de l'observation du même groupe d'étoiles à l'Observatoire de Meudon. Quelques étoiles faibles ont été vues. — M. **J. Janssen** fait remarquer que l'apparition sur laquelle on comptait a fait presque totalement défaut. — M. **Maurice Hamy** indique les principes mécaniques qui lui ont permis de réaliser un bain de mercure à couche épaisse à l'Observatoire de Paris. On sait que ce bain est l'appareil idéal pour obtenir la direction absolue de la verticale. — M. **Le Roy** présente un mémoire sur l'intégration des équations de la Chaleur. Il démontre d'abord des théorèmes d'existence par des méthodes imitées de celles qui servent à l'établissement du principe de Dirichlet. Il fait voir ensuite la possibilité de construire des séries de solutions simples qui fournissent une expression analytique explicite des solutions générales, conformément aux idées de Lamé. — M. **Ernest Duporcq** étudie le déplacement le plus général d'une droite dont tous les points décrivent des trajectoires sphériques. — M. **Erik Schou** démontre le théorème suivant sur les fonctions entières : Si une fonction entière de x croît comme la fonction $e^{V(x)}$, on aura, en désignant par ρ_p le module de sa $p^{\text{ième}}$ racine,

$$V(s\rho_p) > \log(s-1)p,$$

s désignant un nombre positif plus grand que 2. — M. **André Broca** démontre les trois théorèmes suivants sur la transmission d'énergie à distance : 1° Dans le régime permanent, aux points où il n'y a pas de transformation d'énergie, le vecteur E (qui représente la quantité d'énergie qui passe par unité de temps par l'unité de surface normale au flux E) est réversible; il est irréversible aux points où il y a transformation d'énergie; 2° la condition nécessaire et suffisante pour qu'une force, en une région, dérive d'un potentiel, est que les axes de l'ellipsoïde de variation de cette force autour de chaque point de cette région coïncident avec les directions auxquelles ils correspondent; 3° pour le cas contraire, il faut qu'il y ait, en ce point, transformation d'énergie ou régime variable. L'auteur applique ces théorèmes à la polarisation rotatoire magnétique.

2° Sciences physiques. — M. **A. Leduc** a calculé les coefficients de dilatation des gaz dans diverses conditions, d'après les données de ses expériences sur leur densité et leur compressibilité, et en s'appuyant sur la notion d'états correspondants. — M. **F.-M. Raoult** étudie l'influence de la surfusion sur le point de congélation des dissolutions de chlorure de potassium et de sucre de canne. Pour le chlorure de potassium, les abaissements moléculaires de congélation croissent quand la dilution augmente; pour le sucre de canne, ils diminuent. — M. **M. Berthelot** a constaté que l'hydrogène décompose l'acide sulfurique concentré à 280° en quelques heures, à froid au bout de quelques mois. L'acide sulfurique étendu n'est pas réduit par l'hydrogène à froid. — M. **M. Berthelot** établit que le mercure est attaqué à froid par le gaz chlorhydrique, lorsque celui-ci est mélangé à de l'oxygène; la présence d'eau ralentit légèrement la réaction. Il en est de même pour la plupart des autres métaux. Les lois de la Thermochimie sont conformes à l'ensemble de ces réactions. — Le même auteur a constaté que l'acide sulfurique au maximum de concentration attaque le mercure à froid avec formation de sulfate de mercure et d'anhydride sulfureux. Si l'acide renferme une petite dose d'eau, la réaction n'a plus lieu. — M. **A. Besson**, en faisant réagir une petite quantité d'eau sur le trichlorure de phosphore, a obtenu un oxychlorure $POCl$, qui reste dissous dans le trichlorure en excès et peut en être retiré après distillation. C'est un corps solide, hyalin, très hygroscopique. — M. **O. Boudouard** a continué l'étude des sels de cérium. Par cristallisation fractionnée du sulfate et de l'acétate, et par traitement à l'eau oxygénée, l'auteur a séparé des parties de poids atomiques différents. Il se confirme donc que l'oxyde de cérium est probablement accompagné d'une autre terre à poids atomique plus faible. — M. **José-Rodriguez Mourelo** a préparé du sulfure de strontium au moyen du gaz sulfhydrique et de la strontiane ou du carbonate de strontium. Suivant la température à laquelle on opère la réaction, on obtient des produits doués de propriétés différentes. — MM. **A.** et **P. Buisine** ont montré que les eaux de désuintage des laines, après fermentation, renferment une série d'acides gras volatils, allant de l'acide acétique à l'acide caprique. Ces acides pouvant recevoir des applications industrielles, il serait naturel de les extraire. Les auteurs montrent qu'on peut y arriver simplement par distillation dans un courant de vapeur, après avoir ajouté de l'acide sulfurique à la solution primitive. — M. **A. Desgrez** a constaté qu'en présence de levure de bière la potasse réagit sur le chloroforme pour donner, non plus de l'acide formique, mais les deux composants de corps, l'oxyde de carbone et l'eau. La levure de bière est étrangère à cette réaction, qui a lieu en présence de beaucoup d'autres corps. Le chloral et le bromoforme se décomposent de la même façon. — M. **Paul Lemoult** a préparé l'argent-cyanamide CAz^2Ag^2 en faisant réagir une solution aqueuse de cyanamide sur une solution ammoniacale de nitrate d'argent. L'auteur a déterminé la chaleur de formation, qui est de — 52 calories. Ce chiffre est d'accord avec les propriétés explosives du composé. — M. **Olivier de Raulton** a découvert, dans la pellicule enveloppe du grain d'avoine, le glucoside vanillique; ce corps constitue le principe stimulant de l'avoine. Il se retrouve dans les racines de chiendent (*Triticum repens*). — M. **Balland** a analysé les diverses variétés françaises de sarrasin; l'amande est très assimilable; elle offre à l'alimentation les mêmes principes nutritifs que le blé.

3° Sciences naturelles. — M. **E.-L. Bouvier** a étudié les Crabes de la famille des Dorippidés. Ils se rattachent aux Dromidés de la sous-famille des Dynoméniens; ils s'en sont éloignés par des modifications portant essentiellement sur les organes respiratoires. — MM. **Maurice Caullery** et **Félix Mesnil** ont découvert un type nouveau d'organisme parasitaire des Grégarines qu'ils nomment *Metchnikovella*. Ils en ont observé les états successifs et ne lui ont pas trouvé d'affinités précises avec d'autres organismes inférieurs. — M. **L. Dubois** décrit une bactérie anaérobie qui semble être pathogène pour le phylloxera. — M. **Molliard**, en étudiant des plants de chanvre, a constaté que le milieu peut agir sur la détermination du sexe du chanvre à partir

de la graine. Contrairement à la théorie admise, la transformation des fleurs mâles en fleurs femelles s'opère, en ce cas, dans des conditions désavantageuses pour le développement de l'appareil végétatif. — M. **Dassonville** étudie l'action des sels minéraux sur la forme et la structure du Lupin. La présence de sels dissous dans l'eau augmente le nombre et le diamètre des vaisseaux et retarde leur lignification. Elle détermine la formation d'un anneau fermé de bois, augmente le nombre des fibres péricycliques, mais retarde leur sclérification. — M. **G. Rodier** a employé avec succès le carbure de calcium contre le black-rot. — M. **A. Gaudry** présente une note sur la dentition des ancêtres des Tapirs et ajoute que les Mammifères lui paraissent avoir eu, à l'origine, des dents molaires moins compliquées et plus petites que de nos jours. — M. **Guillery** adresse une note relative aux mesures à adopter pour la préservation des nourrices, dans les établissements où l'on reçoit des enfants qui peuvent être atteints de syphilis.

Séance du 22 Novembre 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Janssen** fait savoir qu'à San Francisco on n'a pas observé d'étoiles filantes extraordinaires à l'occasion de la rencontre de l'essaim des Léonides. Le fait est important, car on approche du maximum de 1899. — M. **S. Luce** adresse une photographie d'étoiles filantes, obtenue à Varsovie dans la nuit du 2 novembre (ancien style). — M. **A. Liapounoff** étudie certaines questions se rattachant au problème de Dirichlet, en particulier le problème de la distribution de l'électricité à la surface d'un conducteur soustrait à toute influence extérieure. — M. **G. Ricci** fait remarquer, à propos d'une note de M. Drach, qu'il a déjà donné la solution du problème des systèmes complètement orthogonaux dans un espace quelconque. — M. **Jules Beudon** montre l'application de la théorie des groupes infinis de transformation à l'intégration des équations aux dérivés partielles.

2° Sciences physiques. — M. **A. Crova** décrit un appareil très portatif destiné à l'enregistrement de l'intensité calorifique de la radiation solaire. Il se compose d'un actinomètre thermo-électrique monté équatorialement et d'un enregistreur de l'intensité du courant. L'appareil, essayé à Montpellier et à Meudon, a fonctionné cet été sur le Mont-Blanc dans de bonnes conditions. — M. **A. Guébhard** a enregistré par la photographie les effluves émanées de pôles thermiques. Elles ont été obtenues en appliquant sur la face verre d'une plaque, la base de petits cylindres remplis d'eau chaude ou de glace. La plaque, légèrement voilée, était développée dans un bain de diamidophénol. — MM. **Ph.-A. Guye** et Mlle **E. Aston** ont étudié les anomalies de certains corps actifs vis-à-vis des lois qui relient le pouvoir rotatoire à la température. Ainsi, pour l'alcool amylique primaire, le pouvoir rotatoire décroît lorsque la température s'élève, pour se relever vers le point d'ébullition et à l'état gazeux. Les auteurs expliquent l'anomalie par le fait qu'aux différentes températures les molécules sont plus ou moins polymérisées et ont des pouvoirs rotatoires différents suivant le degré de polymérisation. — M. **Berthelot** fait remarquer que les carbures d'hydrogènes monomères (isothérébentène, styrolène) ont un pouvoir rotatoire plus fort que leurs polymères (métathérébentène, métastyrolène). Ces faits sont à rapprocher des explications de M. Guye. — M. **R. Mailhat** décrit divers perfectionnements apportés à un anémomètre système Bourdon, en vue d'obtenir un meilleur enregistrement. — M. **Paul Lemoult** a préparé le chlorocyanamide $C^3Az^3(Az\,H^2)^2Cl$ par réaction du chlorure cyanurique sur une solution ammoniacale et a fait quelques déterminations thermochimiques sur ce corps. — M. **Th. Schloesing** a recherché la cause de la moindre activité de la nitrification dans les terres fortes, à éléments très fins. Dans bien des cas, il l'a attribuée non au manque d'air, mais au manque d'eau. En effet, l'eau contenue dans le sol est répandue à l'état de couche mince sur les éléments; si ceux-ci sont très fins, ils offrent une très grande surface, et la couche d'eau peut devenir si mince qu'elle entraîne une gêne dans l'alimentation des microbes. En rajoutant de l'eau, le travail de ces derniers reprendra donc. L'auteur a constaté expérimentalement le fait sur plusieurs terres. — MM. **Rémy** et **Contremoulins** présentent un appareil destiné à déterminer d'une manière précise, au moyen des rayons X, la présence des projectiles dans le crâne. — M. **Marey** ajoute que cet appareil a déjà rendu de grands services. Il a permis d'extraire plusieurs balles du crâne avec la plus grande sûreté sur le vivant.

3° Sciences naturelles. — M. **W. Palladine** a étudié l'influence de diverses substances sur la formation de la chlorophylle. Des feuilles étiolées de fève et de haricot ont été placées à la surface de solutions d'hydrates de carbone; la formation de chlorophylle a été favorisée. L'oxygène en excès est également nécessaire à la formation de ce corps.

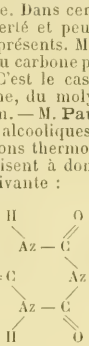
Séance du 29 Novembre 1897.

M. **Ditte** est élu membre de la Section de Chimie en remplacement de M. Schutzenberger.

1° Sciences mathématiques. — MM. **Rambaud** et **Sy** adressent leurs observations de la nouvelle planète Villiger (19 novembre 1897) faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé. — M. **Lagrula** a discuté les deux importantes occultations des Pléiades par la Lune observées à Lyon le 23 juillet et le 13 octobre derniers. Il en a déduit le demi-diamètre et la parallaxe de la Lune à sa distance moyenne et les corrections à apporter aux coordonnées des tables de Hansen, corrigées des nombres de Newcomb. — M. **Jean Mascart** a employé la méthode des moindres carrés pour révéler la présence d'erreurs systématiques dans la détermination de la position exacte du nadir. — M. **J. Guillaume** adresse ses observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner) pendant le troisième trimestre 1897. La surface totale des taches a augmenté d'environ un tiers. Les groupes de facules ont diminué de moitié environ dans l'hémisphère boréal. — M. **H.-G. Zeuthen** signale une lacune intervenue dans la démonstration d'un de ses théorèmes sur les droites qui rencontrent trois droites fixes. — M. **X. Stouff** donne la valeur des coefficients dans l'équation aux périodes. — M. **L. Crelier** donne une représentation nouvelle des fonctions bésséliennes $O^n(x)$ et $S^n(x)$, qui permet de déduire d'une façon simple et rapide quatre de leurs propriétés principales. Deux des formules établies conduisent à des sommations intéressantes. — M. **H. Poincaré** analyse un mémoire de M. **Le Roy** sur l'intégration des équations de la Chaleur. Dans la première partie, l'auteur étudie les équations de l'équilibre thermique au point de vue de la généralisation du principe de Dirichlet; dans la seconde, il étudie les fonctions qui sont des potentiels de simple couche; la troisième partie est consacrée au refroidissement des corps solides. — M. **J. Schweitzer** a construit des moulins à meules métalliques présentant de grands avantages. Les meules sont assujetties à tourner dans un plan tout à fait horizontal et à rester parfaitement parallèles entre elles. Elles sont pourvues de cannelures dont le profil est approprié au travail qu'elles sont destinées à exécuter.

2° Sciences physiques. — M. **R. Swyngedauw** explique une expérience de M. Jaumann par la proposition suivante : Pour un excitateur dissymétrique à boules inégales, le potentiel explosif statique dépend du pôle qui est en communication avec le sol; il est le moins élevé si le pôle de plus grand rayon de courbure est au sol. — M. **A. Cotton** indique un procédé simple pour constater le changement de période de la lumière du sodium dans un champ magnétique. Si l'on place l'une devant l'autre deux flammes de sodium, les bords de la première apparaissent noirs (car ils absorbent la lumière de la flamme placée derrière). Si l'on fait agir le champ magnétique sur la seconde flamme, il modifie la pé-

riode, supprime l'absorption et fait disparaître le bord noir. — M. **Ponsot** a mesuré directement la pression et la hauteur osmotique de solutions très étendues de sucre de canne. Pour les solutions très étendues, le coefficient i de la relation de van t'Hoff est égal à l'unité. On doit rejeter l'hypothèse de la dissociation du sucre dans ses solutions aqueuses étendues. La constante cryoscopique de l'eau est égale à 18,70. — M. **J. Vallot** et Mme **Gabrielle Valot** ont étudié l'influence de la chaleur et de l'altitude sur la décomposition de l'acide oxalique par la lumière solaire. L'actinisme chimique augmente rapidement avec la hauteur. La chaleur se joint également à la lumière pour augmenter la décomposition, mais c'est la lumière qui produit l'effet prépondérant. — M. **H. Moissan** indique une nouvelle méthode de préparation des carbures au moyen du carbure de calcium et des oxydes soumis à une haute température. Dans certains cas, le métal de l'oxyde est mis en liberté et peut être séparé ou combiné à d'autres corps présents. Mais, en général, le métal de l'oxyde s'unit au carbone pour former un carbure défini et cristallisé. C'est le cas de l'aluminium, du manganèse, du chrome, du molybdène, du tungstène, du titane et du silicium. — M. **Paul Lemoult** a préparé divers isocyanurates alcooliques sur lesquels il a fait plusieurs déterminations thermochimiques. Les résultats obtenus le conduisent à donner à l'acide cyanurique la constitution suivante :



— M. **Amand Valeur** a fait quelques déterminations thermochimiques sur les quinones et hydroquinones. La différence entre les chaleurs de formation de deux quinones (toluquinone et quinone) est plus considérable qu'entre les hydrocarbures dont elles dérivent (toluène et benzine). — M. **A. Matrot** a constaté que l'oxydation naturelle à l'air de la sorbose en sorbite est due à une levure, le *Mycoderma vini*, qu'il a isolée du jus de sorbes. — M. **A. Leclère** décrit une méthode d'analyse des silicates naturels, basée sur leur fusion avec de l'oxyde de plomb. On empêcherait ainsi le passage de la silice par l'état gélatineux.

3° Sciences naturelles. — M. **Lécaillon** a étudié le développement du feuillet germinatif chez certains Coléoptères. Le stade blastula n'y apparaît pas; le stade gastrula succède immédiatement à la segmentation et n'offre pas d'invagination typique; il ne se forme pas de mésendoderme, mais simplement un mésoderme par invagination ou par prolifération ectodermique; l'entoderme est employé uniquement à digérer les réserves vitellines et ne fournit pas l'épithélium intestinal moyen, lequel est d'origine ectodermique. — M. **Brucker** établit que le rouget de l'homme, qui produit l'éruption de boutons appelée érythème automnal, est la larve du *Trombidium gymnopterorum*. — M. **Raoul Bouilhac** a constaté que le Nostoc punctiforme fabrique de la matière organique à l'aide de l'acide carbonique aérien et de l'azote libre lorsqu'il est ensemencé dans une solution nutritive additionnée de microbes fixateurs d'azote, mais à la condition d'être régulièrement éclairé. A l'obscurité, il fabriquera encore de la matière verte. — M. **G. Weiss** montre comment les expériences de M. Dubois sur la caractéristique d'excitation des nerfs et des muscles s'accordent avec sa propre manière de voir. — MM. **Marichelle** et **Hémardinquer** ont enregistré photographiquement les inscriptions phonographiques des sons vocaux. Les voyelles se distinguent des autres sons vocaux par un ensemble de caractères invariables dont les auteurs poursuivent l'étude. — MM. **R. Lépine** et **B. Lyonnet** ont injecté, chez le chien, une culture très virulente de bacille d'Eberth dans une anse d'intestin isolée par le procédé de Thiry. Un des chiens est mort de péritonite au bout de quelques jours; l'autre a continué à se bien porter et a été sacrifié au bout de vingt-quatre jours. Les deux animaux présentaient un pouvoir agglutinant considérable du sérum. — M. **F. Garrigou** adresse deux radiographies du thorax d'une netteté particulière. — M. **Jules Laurent** a étudié l'absorption des matières organiques par les racines. Les plantules de maïs peuvent absorber du glucose ou du sucre interverti qui est utilisé ensuite par la plante développée. — M. **A. Prunet** montre qu'on obtient le résultat le plus avantageux dans la lutte contre le black-rot lorsque la vigne a été traitée un mois avant l'apparition de la maladie. Lorsque la maladie éclate sans qu'il y ait eu de traitement préalable, un traitement fait dans la période aiguë prévient contre l'invasion suivante. — M. **Stanislas Meunier** a étudié une météorite tombée le 9 avril 1891 à Indarck. Elle est de couleur noire; l'auteur attribue ce fait à une transformation de la substance grise ordinaire des météorites par la chaleur développée pendant la chute. — M. **E.-A. Martel** a étudié la source d'eau potable du village de La Sauve (Gard), sortant au bas d'un plateau calcaire sur lequel sont bâties les maisons du village. Il a établi que les immondices du village traversent facilement le calcaire et viennent contaminer l'eau de la source. Ce fait explique les épidémies qui ont régné dans le village. Louis Brunet.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 16 Novembre 1897.

L'Académie procède à l'élection d'un membre titulaire dans la Section de Pharmacie. M. **Bourquelot** est élu par 62 voix sur 70 votants. — M. **Guignard** lit le rapport sur le prix Buignet, M. **Magnan** celui du prix Civrieux, M. **Delorme** celui du prix du baron Larrey, M. **Péan** celui du prix Daudet. — M. **L. Dubar** (de Lille) a pratiqué, il y a six ans et demi, chez une fillette de dix ans atteinte d'ostéo-arthrite tuberculeuse, des greffes osseuses hétéroplastiques dans l'articulation du poignet droit. Il présente aujourd'hui une photographie radiographique montrant comment le poignet s'est reconstitué à la suite de la greffe. — M. **Lancereaux** annonce que les Drs **Boix** et **Létienne** ont adressé à tous les médecins de France un questionnaire sur l'étiologie de la cirrhose. Les réponses apporteront certainement la lumière sur cette question. — M. le Dr **Le Damany** lit un mémoire sur la bactériologie et la pathogénie des pleurésies séro-fibrineuses. — M. le Dr **Hartmann** présente deux malades sur lesquelles il a pratiqué des résections de l'estomac pour néoplasme.

Séance du 23 Novembre 1897.

M. **Landouzy** fait remarquer, à propos de la communication de M. Le Damany, qu'il a le premier démontré la pathogénie tuberculeuse de la pleurésie séro-fibrineuse, dite *a frigore*. — M. **Laborde** lit le rapport du prix Bourceret, M. **Mégnin** celui du prix Barbier. — M. le Dr **Tuffier** lit un mémoire sur la gastro-entérostomie dans les rétrécissements non cancéreux du pylore.

Séance du 30 Novembre 1897.

M. le Président annonce le décès de M. **Tarnier** et M. **P. Budin** donne lecture du discours qu'il a prononcé à ses obsèques. — La séance est levée en signe de deuil.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 13 Novembre 1897.

MM. **Grimbert** et **Ficquet** ont isolé un nouveau ferment, le *bacillus tartricus*, qui décompose les tartrates en acide acétique, acide succinique, acide carbonique et hydrogène. — MM. **J. Courmont** et **Doyon** citent un mémoire de M. Marie qui vient à l'appui de leur

théorie de la fermentation des produits solubles microbiens. M. Marie a constaté que la toxine tétanique injectée au lapin a disparu de l'organisme au bout de dix-sept heures; elle s'est donc combinée et transformée au contact des plasmas cellulaires. — M. **Raichline** a constaté que le dermographisme est un symptôme fréquent dans le tabès; il est surtout prononcé au tronc et au dos. — M. **R. Quinton** a injecté à des chiens des quantités considérables d'eau de mer, allant jusqu'aux 81 centièmes de leur poids. Ils n'ont éprouvé aucun accident. — M. **Castaigne** a observé la réaction agglutinante chez un enfant dont la nourrice avait eu la fièvre typhoïde. En interrompant l'allaitement, la réaction agglutinante disparut. — M. **Féré** a constaté que le réflexe pharyngien réapparaît quelquefois chez les épileptiques soumis au traitement bromuré. — M. **Courmont** a recueilli un streptobacille chez un cobaye inoculé avec les fongosités d'une arthrite du coude.

M. **Yvon** est élu membre de la Société.

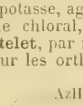
Séance du 20 Novembre 1897.

MM. **Triboulet** et **Coyon** ont trouvé, à l'autopsie d'un enfant rhumatisant, un microbe anaérobie analogue à celui signalé par M. Achalme et M. Thiroloix. Il se développe dans le lait et le fait fermenter. C'est peut-être l'agent spécifique du rhumatisme articulaire. — M. **Vaquez** conseille de stériliser au préalable les solutions salines servant à dissoudre les globules rouges, car les micro-organismes qui y pullulent détruisent les globules. — M. **Péron** a injecté de l'alcool à des cobayes auxquels il avait préalablement enlevé en partie le foie. L'intestin supplée le foie dans l'élimination du toxique et se gangrène localement. — M. **J. Hobbs** signale le cas d'une jeune femme qui succoba au choléra nostras. L'examen bactériologique des selles y révéla la présence du coli-bacille, qui fut retrouvé à l'autopsie dans plusieurs organes. — M. **Féré** a fait sur des poules des greffes cutanées d'embryon de poulet, qui ont continué à se développer. — M. **Verdun** (de Toulouse) adresse une note sur les dérivés de la quatrième fente branchiale chez le chat. Elle donnerait naissance au thymus. — MM. **Abelous** et **Guiard** envoient une note sur l'action anti-coagulante du foie des écrevisses sur le sang.

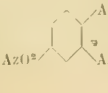
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 12 Novembre 1897.

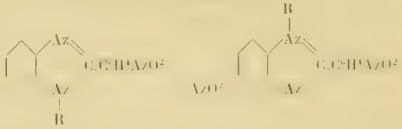
M. **Desgrez** a reconnu que, même à froid, en contact avec une solution étendue de potasse, le chloroforme donne de l'oxyde de carbone et de l'eau et non de l'acide formique, comme on l'admettait antérieurement. La réaction marche également avec l'hydrate de chloral et avec le bromoforme; par contre, l'iodoforme, le méthyl et le phénylchloroforme ne donnent naissance à aucune réaction du même genre. La lumière active cette réaction. On peut appliquer aux recherches toxicologiques du chloroforme cette facile décomposition avec formation d'oxyde de carbone. — M. **Tanret** rappelle qu'en 1874, il a publié une note sur la décomposition de l'hydrate de chloral. Il avait constaté que le permanganate de potasse, agissant sur une solution alcaline d'hydrate de chloral, donne de l'oxyde de carbone. — M. **Muttelet**, par réaction du chlorure de benzoyle paranitré sur les orthodiamines monosubstituées :



R représentant un radical gras ou aromatique, ou sur les dérivés nitrés de ces orthodiamines :



a obtenu les nitroamidines suivantes, isomères de celles qu'il avait décrites antérieurement :



M. **Le Bel** a reconnu que la matière rouge qui colore la *Monas okenii* est de la carotine. Il se propose de poursuivre l'étude de cette sulfuraire. — M. **Tanret** a constaté que certains lichens, comme *Peltigera canina* et *Lobaria pulmonaria*, renferment de la chitine. Ceci vient à l'appui de la théorie qui considère les lichens comme résultant de la symbiose d'une algue et d'un champignon; en effet, la partie correspondant à une algue contient de la chlorophylle, et la partie fongique, de la chitine. — MM. **Labbé** et **Flateau** ont étudié de nouveaux dérivés cristallisés, permettant de distinguer le géraniol et le citronnellol. — L'analyse d'aiguilles métalliques, trouvées dans les fouilles d'Abydos, a permis à M. **Friedel** d'y reconnaître la présence de 92 % de cuivre et de 8 % d'étain. Il a également analysé une substance qu'il a reconnue être un savon calcaire. C'est, probablement, un fard à base de carbonate de chaux et d'une matière grasse qui, suivant le processus ordinaire, s'est transformée en acide gras, puis combinée au calcaire. E. CHARON.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

J.-A. Fleming, F. R. S., et **J. Dewar**, F. R. S. : **Sur les constantes diélectriques de quelques électrolytes congelés à la température de l'air liquide ou au-dessus.** — Les auteurs rappellent d'abord les difficultés inhérentes au condensateur qu'ils employaient dans leurs précédentes expériences sur la constante diélectrique de la glace [1]. L'eau, en se congelant, augmente de volume et déforme le condensateur; à une température plus basse, la glace se contracte et le contact entre le diélectrique et la surface métallique fait défaut. Les auteurs ont donc cherché à construire un condensateur qui réalisât les quatre conditions suivantes : 1° Ne pas se déformer par l'expansion du diélectrique au moment de la congélation; 2° permettre la contraction subséquente du diélectrique due au refroidissement, sans que le contact du diélectrique et de la paroi du condensateur se rompe; 3° être assez compact pour être placé dans un gros tube à air liquide; 4° être rigide, maniable et possédant un isolement suffisant. Le condensateur que nous allons décrire répond, aussi bien que possible, à ces quatre conditions. Il se compose, en principe, de deux enveloppes métalliques tronconiques, isolées l'une de l'autre par des baguettes d'ébonite, glissant à frottement doux dans des trous pratiqués dans les deux enveloppes, permettant ainsi un certain mouvement de l'enveloppe interne. De la sorte, lorsqu'un diélectrique liquide est introduit entre les deux enveloppes et soumis à la congélation, l'expansion qui se produit fait simplement monter le cône intérieur; dans la contraction subséquente, ce cône s'abaisse par son propre poids et reste en contact avec le diélectrique. La température du diélectrique congelé est mesurée par un thermomètre à fil de platine, placé à l'intérieur du cône interne.

Dans les expériences, le condensateur est suspendu par des cordes de soie dans le bain d'air liquide. Les deux cônes sont réunis au galvanomètre, à la batterie et à l'interrupteur comme les auteurs l'ont déjà indiqué dans une communication antérieure. Au moyen de deux commutateurs appropriés, le galvanomètre peut être placé dans le circuit de charge ou le circuit de décharge.

[1] Voir la *Revue générale des Sciences* du 15 mars 1897.

Les expériences consistaient à remplir le condensateur de l'électrolyte à examiner et à le congeler en immergeant le condensateur dans l'air liquide. On relevait alors le condensateur dans l'air gazeux froid situé au-dessus de l'air liquide; l'électrolyte se réchauffait petit à petit jusqu'à son point de fusion. Pendant ce temps, on mesurait d'instants en instants la capacité, la résistance et la température, en ayant soin de maintenir constants le voltage du courant et le nombre de vibrations de l'interrupteur. Les mêmes mesures étaient faites en remplaçant l'électrolyte congelé par de l'air gazeux comme diélectrique. Un certain nombre de corrections, provenant de la capacité des pièces accessoires du condensateur ont été apportées ensuite aux mesures.

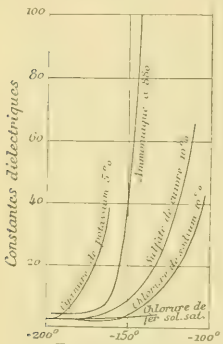


Fig. 1. — *Courbes montrant la variation de la constante diélectrique des électrolytes avec la température.*

Les résultats ont été portés sous forme de courbes dans les figures 1, 2 et 3. Pour les électrolytes, l'allure générale des courbes est la suivante : aux basses températures, la constante diélectrique est faible et la courbe est horizontale ou peu inclinée. A une certaine température, cette courbe se relève brusquement et la constante diélectrique prend des valeurs de plus en plus grandes. La résistance de l'électrolyte, au contraire, considérable

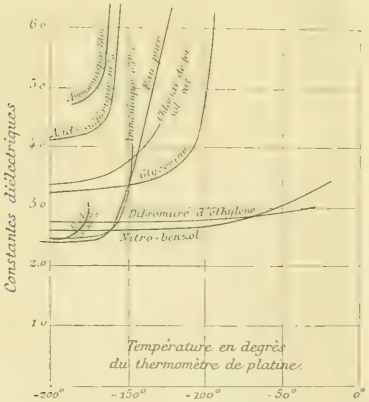


Fig. 2. — *Courbes montrant la variation, avec la température de la constante diélectrique, de quelques solutions et liquides congelés.*

à la température de l'air liquide, diminue rapidement quand la température s'élève. La figure 3, en particulier, montre l'influence de la concentration sur la valeur de la constante diélectrique.

En résumé, les auteurs croient pouvoir tirer de leurs expériences les conclusions suivantes :

1° Les électrolytes congelés aux basses températures agissent comme diélectriques, alors même qu'à l'état liquide et en solution aqueuse ils possèdent une très haute conductibilité électrolytique.

2° A des températures situées un peu au-dessous de leur point de fusion, ces électrolytes ont des constantes diélectriques de grande valeur, et de l'ordre de celle de la glace ou de l'eau à 0° C.

3° Au contraire, la plus grande partie de ces électrolytes ont des constantes diélectriques assez faibles (voisines de 3) à la température de l'air liquide.

4° Certaines solutions aqueuses de potasse caustique ont une constante diélectrique assez forte à la température de l'air liquide, mais l'allure de la courbe permet de prévoir qu'elle se réduit considérablement à une température un peu plus basse.

5° Les électrolytes congelés aux basses températures ont un très grand pouvoir isolant, mais ils recouvrent très rapidement leur conductibilité quand la température s'élève, et déjà bien au-dessous de leur point de fusion.

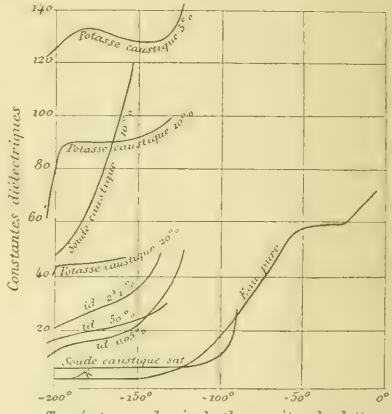


Fig. 3. — *Courbes montrant la variation de la constante diélectrique des solutions alcalines à diverses concentrations.*

6° Il est probable qu'au zéro absolu tous les électrolytes deviennent des corps parfaitement non conducteurs de l'électricité ou ayant une résistance infinie. Leur constante diélectrique s'y réduirait à une valeur située entre 2 et 3, et représentant celle du vide prise comme unité.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications reçues pendant les vacances.

M. **O. Forster** publie les résultats de ses recherches sur les éthers de la camphoroxime. Il décrit spécialement l'éther méthylique, l'éther benzylique et les dérivés acétylés et benzoylés dont il donne les constantes physiques et les propriétés optiques. — MM. **Julius Berend Cohen** et **H. Thornton Calvert** ont trouvé que si l'on fait réagir le trioxyde d'azote ou le peroxyde d'azote en solution chloroformique sur l'alcool benzylique, il se produit une élimination d'eau avec formation des composés $C^6H^5CHAz^2O^3$ et $C^6A^5CHAz^2O^4$, corps instables qui se décomposent facilement en benzaldéhyde avec séparation de bioxyde d'azote dans le premier cas et de trioxyde dans le second. — Dans une deuxième communication, MM. **J.-B. Cohen** et **M.-W. Harrisson** exposent la découverte d'une méthode fort simple pour la préparation des aldéhydes correspondant aux alcools ortho et paranitrobenzylique. Elle consiste à traiter cet alcool par une petite quantité de peroxyde d'azote en présence de l'air. — Les mêmes auteurs étudient ensuite l'action des amines aroma-

tiques sur l'anhydride diacétyltartrique. — MM. **W.-J. Sell** et **F.-W. Dootson** décrivent toute une série de dérivés de l'acide citrazinique, entre autres : l'acide chlorhydroxyisonicotinique, l'acide dichlorisonicotinique, le chlorure de l'acide tétrachloré, l'acide $\alpha\beta\alpha'\beta'$ tétrachlorisonicotinique, les tétra et pentachlorpyridine, enfin la pentachlorpicoline. — MM. **J.-T. Hewitt** et **F.-G. Pope** : Sur la condensation du chloral et de la résorcine. — M. **B.-S. Bull** a pu préparer le benzoate et le nitrate de la β-oxycellulose. Ces corps sont probablement des hexadérivés d'une substance ayant la formule empirique $C^{16}H^{27}O^{14}$. — M. **David-S. Jordan** a réalisé une nouvelle synthèse du phloroglucinol, en faisant agir le sodium finement pulvérisé dans le benzène sur l'acétone dicarboxylate d'éthyle. — MM. **Francis-R. Japp**, F. R. S., et **A. Findlay** continuent leurs recherches sur la constitution de la phénantrone. — M. **A.-G. Perkin** : Principes colorants contenus dans les différents tannins. — MM. **F.-R. Japp** et **Alfred Tingle** : Note sur les dérivés obtenus en faisant réagir l'ammoniaque et la phénylhydrazine sur l'αβ-dibenzoylcinnamène. — MM. **A.-G. Perkin** et **H.-W. Martin** : Constitution et dérivés de la cotoïne et de la phlorétine. — M. **A.-G. Perkin** a préparé et étudié les corps suivants dérivés de l'azobenzène et du phloroglucinol : le phloroglucinoltrisazobenzène $C^6H^3O^3(C^6H^5Az^2)^3$, le phloroglucinol-*o*-trisazoanisol et le phloroglucinol-disazobenzène-*m*-azonitrobenzène. — MM. **Addyman Gardner** et **G.-B. Cockburn** : Action du pentachlorure de phosphore sur la fenchone. — M. **C.-H.-G. Sprankling** : Note sur l'acide kétolactonique et ses homologues.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Octobre 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **J.-C. Kapteyn** s'occupe de *la vitesse du système solaire à travers l'espace et de la parallaxe moyenne des étoiles de grandeur différente*. En 1892, M. Kempf, de Potsdam (*Astron. Nachrichten*, n° 3130), a déduit, des vitesses de 51 étoiles dans la direction du rayon visuel déterminées par M. Vogel, la vitesse h de notre système solaire dans la forme $h = 12{,}3 \pm 3{,}0$ en kilomètres par seconde. A en juger par l'erreur probable qui s'élève à peu près à un quart de la quantité principale, ce résultat n'est pas satisfaisant. L'auteur déduit, à partir des mêmes données, une nouvelle valeur qui mérite plus de confiance. Soit t la vitesse dans le rayon visuel, en kilomètres par seconde, d'une étoile quelconque, comptée positivement si l'étoile s'éloigne; soit de même h la vitesse du système solaire dans la direction de l'Apex aux coordonnées $\alpha = 276°$, $\delta = 34°$; soit λ la distance angulaire de l'étoile et v la vitesse mesurée avec laquelle l'étoile et le système solaire s'écartent l'un de l'autre. Alors on a $v = t - h \cos\lambda$. D'après la méthode de Kempf les quantités t sont considérées comme des erreurs d'observation, ce qui n'est permis que dans le cas d'un nombre considérable d'observations. En se servant du résultat antérieur $\bar{s} = 1{,}86\, h \pm 0{,}02\, h$, où $\bar{s}$ représente la vitesse linéaire moyenne des étoiles (voir la communication de mai 1895, *Rev. gén. des Sc.*, t. VI, p. 648), on trouve $\bar{t} = \frac{1}{2}\bar{s} = 0{,}93\, h \pm 0{,}01\, h$, où $\bar{t}$ indique la valeur moyenne des projections des vitesses des étoiles sur le rayon visuel. En substituant cette valeur de $\bar{t}$ dans les équations $v = t - h \cos\lambda$, on trouve une valeur plus exacte de h; cette valeur donne à son tour une valeur plus exacte de $\bar{t}$, etc. Ainsi l'on trouve $h = 16{,}7 \pm 1{,}15$ et $\bar{s} = 31{,}1 \pm 2{,}2$ ou bien en distances solaires par an $h = 3{,}53 \pm 0{,}24$ et $\bar{s} = 6{,}57 \pm 0{,}46$. A l'aide de ces formules, M. Kapteyn trouve pour les parallaxes des étoiles de grandeur différente les valeurs du Tableau I. La grandeur visuelle est empruntée à Argelander (*Durchmusterung*); la dernière colonne donne la distance, en années de lumière, correspondant à la parallaxe de l'avant-dernière colonne. Ces résultats ne s'accordent guère avec les valeurs qu'on tire de la formule empirique de Gyldèn (*Astron. Nachrichten*, n° 3258, 1894). D'après l'auteur, les valeurs à peu près deux fois plus grandes de Gyldèn sont obtenues en ne tenant pas assez compte de l'influence des mouvements propres des étoiles. Un meilleur contrôle se trouve dans la comparaison avec les résultats se rapportant aux étoiles dont la parallaxe n'a pas été déterminée à cause d'un mouvement propre excessivement grand (par MM. Elkin, Gill et Pritchard).

Tableau I

GRANDEUR photométrique	GRANDEUR visuelle	PARALLAXE Type 1	PARALLAXE Type 2	PARALLAXE générale	ANNÉES de lumière
1,0	0,1	0″0443	0″1010	0″0749	43
2,0	1,3	0,0315	0,0715	0,0530	61
3,0	2,3	0,0223	0,0505	0,0375	87
4,0	3,7	0,0157	0,0357	0,0265	122
5,0	4,9	0,0111	0,0253	0,0187	174
6,0	6,0	0,0079	0,0179	0,0132	245
7,0	7,0	0,0056	0,0126	0,0094	348
8,0	8,0	0,0039	0,0089	0,0066	490
9,0	9,0	0,0028	0,0063	0,0047	695

2° Sciences physiques. — M. **H.-A. Lorentz** : *L'éther prend-il part au mouvement annuel de la Terre?* Remarques à propos d'un mémoire récent de M. A.-A. Michelson. Dans l'*Amer. Journ. of Science*, série 4, t. III, p. 475 (1897), M. Michelson a décrit une expérience d'interférence, par laquelle on aurait peut-être pu découvrir une différence de vitesse entre deux couches horizontales de l'éther. Le résultat négatif de cette tentative est en accord avec l'hypothèse que le mouvement de l'éther, si toutefois il existe, est irrotational, c'est-à-dire que les composantes de la vitesse sont égales aux dérivées partielles d'une certaine fonction des coordonnées. C'est une des hypothèses sur lesquelles M. Lorentz a fondé sa théorie de l'aberration, hypothèses qu'on peut résumer de la manière suivante : A. Les corps transparents contiennent de l'éther qui peut se mouvoir librement à travers la matière pondérable. A la surface de séparation de deux milieux transparents il y a continuité des composantes de la vitesse de l'éther. B. Le mouvement de l'éther est irrotational. C. L'entraînement des ondes lumineuses par les corps transparents est isotrope et déterminé par le coefficient bien connu de Fresnel. Dans les *Archives néerlandaises* (t. XXI, p. 103, 1887) l'auteur a démontré que ces hypothèses suffisent à l'explication de l'aberration et de plusieurs phénomènes qui s'y rattachent; il parvient ainsi à une théorie qui peut être regardée comme une modification de celle qui avait été proposée par M. Stokes. En effet, ce savant avait admis l'hypothèse B, mais, de plus, il avait supposé D. A la surface terrestre la vitesse de l'éther est égale à celle de la planète. Or, cette dernière hypothèse étant en contradiction avec B, il était nécessaire de l'abandonner et de joindre à B les hypothèses A et C. Selon l'auteur on n'a à choisir qu'entre la théorie, ainsi modifiée, de M. Stokes et celle de Fresnel (absence de tout mouvement de l'éther) qui, du reste, y est comprise comme un cas particulier. Dans chacune de ces deux théories, il faut encore introduire une nouvelle hypothèse, si l'on veut rendre compte du résultat négatif de l'expérience que M. Michelson a exécutée en 1881 (*Amer. Journ. of Science*, série 3, t. XXII, p. 120) et qu'il a répétée en 1887 avec le concours de M. Morley (*Amer. Journ. of Science*, série 3, t. XXXIV, p. 333). Cette hypothèse, aussi énoncée par M. Fitz-Gerald, peut être expri-

mée en ces termes : E. Soient l_1 et l_2 deux dimensions perpendiculaires entre elles du corps solide (laiton ou pierre) qui, dans ces expériences, a servi de support à l'appareil interférentiel, et supposons que ces lignes aient la même longueur, si le corps est en repos par rapport à l'éther environnant. Alors, si le corps vient à se déplacer à travers ce milieu avec une vitesse p dans la direction de l_1, le rapport des longueurs de l_1 et l_2 deviendra $1 - \frac{p^2}{2V^2}$, V étant la vitesse de la lumière dans l'éther. — M. J.-D. van Der Waals communique, de la part de M. P. Zeeman, la troisième partie de son travail sur les doublets et les triplets dans le spectre produit par un champ magnétique extérieur (voir *Rev. gén. des Sc.*, t. VIII, p. 764 et 803). L'auteur a réussi à photographier les phénomènes relatifs à l'action d'un champ magnétique sur les radiations. Pour l'étude quantitative ultérieure du phénomène, il était très désirable d'avoir sur un négatif les deux raies extérieures du triplet. Or, en employant un réseau concave de Rowland de six pieds de foyer et en interceptant, au moyen d'un nicol, la lumière de la raie médiane du triplet, on a obtenu des négatifs d'une grande netteté qui se prêtent très bien aux mesures. Citons, comme exemple, le fait que, pour une des raies bleues du cadmium, la distance des composantes était 0,191 millimètres dans le second spectre. Combinant ce nombre avec les autres données de l'expérience, on trouve, pour le rapport de la charge e et de la masse m de l'ion, le produit de 2,4 et de 10^7, nombre assez rapproché de celui trouvé récemment pour le sodium. — M. H. Kamerlingh Onnes présente la thèse de M. E. van Everdingen : Mesures du phénomène de Hall et accroissement de la résistance dans le champ magnétique (en hollandais). — M. A.-P.-N. Franchimont, en poursuivant ses recherches concernant l'action de l'acide azotique sur les méthylamines, a fait réagir cet acide sur la méthylnitramine. Au-dessous de 0° il se produit presque quantitativement du protoxyde d'azote et de l'azotate de méthyle, ce qui, selon lui, s'explique plus facilement par la formule $CH_3.AzH.AzO_2$ que par $CH_3.Az{=}Az{-}OH$ (O).

En outre, il a trouvé que la méthylnitramine ne fournit pas une coloration violette, bleue ou verte avec le perchlorure de fer, quoiqu'elle puisse donner dans certaines circonstances un sel ferrique rouge et brun. — Ensuite M. Franchimont communique, au nom de M. P. Romburgh (du Jardin botanique de Buitenzorg, île de Java), une étude : *Sur les produits volatils des plantes des tropiques*. Les recherches, entreprises dans le but de trouver de nouvelles essences, portent sur plus de 900 espèces. Elles montrent que l'alcool méthylique se présente très fréquemment et que l'acétone n'est pas rare non plus. Aussi le salicylate de méthyle se trouve bien souvent. Ordinairement l'auteur a distillé un kilogramme de feuilles avec de l'eau et réduit le produit d'environ 600 centimètres cubes à 10 centimètres cubes par une distillation répétée. Le perchlorure de fer servait à démontrer le salicylate de méthyle. Jamais une coloration jaune par la potasse ne faisait conclure à la présence d'aldéhyde salicylique. Le salicylate de méthyle se présentait en 18 % des plantes examinées. En quelques espèces l'auteur a retrouvé l'acide cyanhydrique dont la présence avait été constatée par M. Greshoff, etc. — M. H.-W. Bakhuis Roozeboom communique des recherches de M. E.-C.-J. Mohr sur les cristallisations qu'on obtient des dissolutions $AzH_4Cl + FeCl_3$. Outre le sel double connu $FeCl_3.2AzH_4Cl.H_2O$ (D_1) il a obtenu $FeCl_3.AzH_4Cl$ (D_2) et $2FeCl_3.AzH_4Cl.4H_2O$ (D_3). On s'est servi avec succès d'une nouvelle méthode d'évaporation des dites dissolutions en un micro-exsiccateur maintenu à température constante sous le microscope par un courant d'eau chaude. Le sel D_3 a la particularité de se former dans des dissolutions qui ne contiennent que des traces minimes de AzH_4Cl. Quant au sel D_1 il y a des solutions qui le déposent d'abord pour le redissoudre, si la concentration augmente, phénomène qui rappelle la condensation rétrograde dans les systèmes formés de vapeur et de liquide. Outre les sels doubles, on peut obtenir encore des cristaux mixtes réguliers, mais présentant des anomalies optiques. La forme sous laquelle ils contiennent le fer reste encore dans l'obscurité; la probabilité est du côté du sel D_1 non régulier, D_2 qui est régulier étant exclu à plus d'un titre. — Ensuite M. Roozeboom présente, au nom de M. E. Cohen, une communication sur la cause des irrégularités que montre l'élément Weston, qui se forme en substituant Cd à Zn dans l'élément Clarke. Cette cause a été trouvée dans une transformation que subit le sulfate cadmique solide dans sa solution saturée à 13° C., transformation qui fait naître des irrégularités en abaissant la température. Une rechauffe à 15° C. pendant une demi-heure suffit cependant pour remettre l'élément dans l'état normal. La dite transformation est constatée par voie dilatométrique, électrique et par l'étude des dissolutions saturées.

P. H. Schoute.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 11 Novembre 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. F. Mertens : Sur une fonction de la théorie des nombres. — M. R. Daublebsky von Sterneck : Recherches empiriques sur la variation de la fonction

$$\sigma(n) = \sum_{1}^{n} \mu(i)$$

dans l'intervalle de 0 à 150.000.

2° Sciences physiques. — M. H. Benndorf critique un travail de M. A. Campetti sur la façon dont se comporte un isolateur tournant dans un champ magnétique. L'auteur montre que les phénomènes de ralentissement observés par Duane ne doivent pas être attribués, comme le prétend M. Campetti, à la polarisation diélectrique. L'erreur provient d'une fausse transformation des unités électriques dans les formules de M. Campetti. En réalité, la force de la polarisation diélectrique est plusieurs billions de fois plus petite que la force mécanique de l'isolateur. Il faut donc chercher une autre explication.

3° Sciences naturelles. — M. A. Nalepa décrit une nouvelle série d'insectes produisant les galles : *Eriophyes* (*s. Phytoptus*) *annulatus*, *granulatus*, *psilonutus*, *Trimerus cristatus* et *rhyncotrix*.

Séance du 18 Novembre 1897.

1° Sciences physiques. — M. E. Strassmann, en faisant réagir l'aldéhyde isovalérique sur l'acide cyanacétique, a obtenu un nitrile-acide non saturé $C^8H^{11}AzO^2$. Traité par la potasse, il donne de l'aldéhyde valérique, de l'acide malonique et de l'ammoniaque. Chauffé, il perd CO^2 et se transforme en un nitrile $C^7H^{11}Az$. — M. J. Herzig discute les formules de constitution de la morine et des dérivés flavoniques. — MM. J. Herzig et E. Schiff étudient les constituants de la résine de gaïac. L'acide de la résine de gaïac contient deux groupes méthoxyle et deux groupes hydroxyle.

2° Sciences naturelles. — M. C. Diener décrit les formations équivalentes au Permien et au Carbonifère dans l'Himalaya. Il s'est servi en partie des matériaux du Service géologique de l'Inde, en partie de ceux qu'il a recueillis au cours d'une exploration de ce massif en 1892. Le Carbonifère supérieur est représenté par les *Barus Beds* ou *Zewan Beds* du Cachemire ; les couches à *Productus* trouvées au Cachemire, à Spiti, à Painkhanda et au Johard, sont les équivalents de la formation permienne.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Solennités académiques

La séance anniversaire de la Société Royale de Londres. — Le 30 novembre dernier, la Société Royale de Londres a tenu sa séance anniversaire annuelle. Le président, lord Lister, a prononcé le discours d'usage. Il a d'abord rendu hommage aux savants, membres de la Société, disparus durant le cours de cette année : Sylvester, Du Bois Reymond, Weierstrass, Des Cloizeaux, Sachs, Heidenhain, etc. Puis il a rappelé les travaux les plus importants des membres de la Société; il faut citer, en particulier, ceux de MM. Fleming et Dewar sur les propriétés électriques et magnétiques de la matière aux basses températures; les recherches de M. Gardiner sur l'histologie de la paroi cellulaire; celles du Dr Copeman sur la vaccination. On sait que ce dernier savant se croit autorisé à affirmer que l'addition de glycérine à la lymphe vaccinale y provoque, au bout d'un certain temps, la disparition des microbes, sans altérer, en aucune façon, le pouvoir vaccinant de la lymphe.

Lord Lister a accordé, à cette occasion, un hommage ému à la mémoire de Pasteur. Ayant assisté, à Noël 1896, à la translation des cendres de l'auguste Maître, il s'est fait un devoir d'évoquer ce souvenir, et c'est en un langage rempli de bienveillance envers la science française qu'il a parlé de la souscription ouverte à la Société Royale pour participer à l'érection du monument de Pasteur à Paris. La somme recueillie par la Société s'élève au chiffre de 21.500 francs.

La moitié de cette somme est venue de l'Inde. Depuis deux ans sévit en cette contrée le terrible fléau que l'on sait, évidemment justiciable des méthodes pastoriennes. Et c'est un sentiment de gratitude envers la doctrine du Maître, dont l'Inde commence à éprouver les bienfaits, qui a suscité chez elle la volonté d'affirmer, de façon si éclatante, sa reconnaissante admiration. Lord Lister a fait remarquer à ce sujet que le Dr Haffkine et le Dr Yersin, tous deux disciples de Pasteur, poursuivent actuellement à Bombay le cours de leurs travaux sur la peste. Il espère que le succès de leurs efforts apparaîtra nettement dès qu'on aura eu le temps de préparer aux Indes le sérum qui s'est montré véritablement curateur dans les mains de Yersin, à Canton.

L'illustre président a proclamé ensuite les noms des lauréats de la Société :

La *Médaille Copley* est décernée cette année à M. *Albrecht von Kolliker*, professeur à l'Université de Wurtzbourg, membre étranger de la Société, pour ses beaux travaux sur l'Embryologie, l'Histologie et l'Anatomie comparée.

La première *Médaille Royale* est accordée au Professeur *Andrew Russel Forsyth*, dont on connaît les recherches profondes sur plusieurs problèmes des Mathématiques supérieures.

Le titulaire de la deuxième *Médaille Royale* est le Lieutenant *Sir Richard Strachey*. De ses nombreux voyages en Asie, et particulièrement aux Indes et au Tibet, ce savant a rapporté d'intéressants documents sur la Géographie physique et botanique, sur la Géologie et la Météorologie de ces régions.

La *Médaille Davy* est décernée au docteur *John Hall Gladstone*. Il serait difficile de donner en quelques lignes une idée du nombre et de l'importance des travaux que ce savant a produits depuis quarante-neuf ans sur diverses questions de Chimie, de Physique et de Chimie physique. Ses déterminations des équivalents de réfraction des éléments sont connues de tous.

Pour la première fois vient d'être décernée la *Médaille Buchanan*. Le titulaire est *Sir John Simon*, très honorablement connu par ses travaux sur la science sanitaire, en particulier sur les remèdes à apporter à la condition des classes indigentes de Londres.

La Société a procédé comme suit au renouvellement de son bureau pour 1898 :

Président : lord Lister; trésorier : sir John Evans; secrétaires : MM. Michael Foster et Arthur William Rücker ; secrétaire étranger : sir Edward Frankland.

Enfin, à l'occasion de son anniversaire, la Société Royale a élu quatre membres d'honneur étrangers. Ce sont : MM. Henri de Lacaze-Duthiers (de Paris); J.-H. van't Hoff (Hollande); W. Pfeffer et F. Zirkel (de Leipzig).

Aussitôt après l'élection de M. le Professeur Henri de

Lacaze-Duthiers, le bureau de la Société nous a fait l'honneur de nous informer de cet événement, pensant avec raison qu'avec les zoologistes de tous les pays la France devait se réjouir de l'éclatant hommage ainsi rendu à notre illustre compatriote.

§ 2. — Nécrologie

A. Joly. — La Chimie vient de perdre l'un de ses plus dévoués adeptes en la personne de M. Joly, professeur-adjoint à la Sorbonne et maître de conférences à l'Ecole Normale Supérieure. M. Joly a été ravi à la science après quelques jours de maladie. Tous les chimistes ont appris avec tristesse cette fin prématurée du distingué savant, enlevé dans toute la force de l'âge et en pleine activité scientifique.

On doit à A. Joly d'importantes recherches sur le Niobium et le Tantale, dont il a déterminé, avec une remarquable précision, les densités de vapeur, et préparé les chlorures à l'état pur. C'est ce travail, présenté comme thèse à la Faculté des Sciences de Paris, qui lui valut le grade de docteur. Son attention continua, par la suite, de se porter sur les éléments peu communs et un peu négligés des chimistes. Dans cet ordre d'idées, il a poursuivi avec fruit une longue suite d'investigations sur les métaux de la mine de Platine, spécialement sur le Ruthénium et les composés nitrosés de ce dernier corps. Ce travail mérite d'être cité comme un modèle de patience, de finesse et de précision. Il fut bientôt suivi de recherches délicates et habilement conduites sur les acides hypophosphoriques.

Comme professeur, M. Joly laisse le souvenir d'un maître dévoué à ses élèves et dont l'enseignement était particulièrement goûté de ceux qui préfèrent, à l'éclat de la parole et à la séduction des théories nouvelles, l'exposé clair et scrupuleusement exact des faits que révèle l'expérience.

Cornevin. — M. Cornevin, professeur à l'Ecole Vétérinaire de Lyon et membre correspondant de l'Académie de Médecine, est mort ce mois-ci. Cette perte d'un savant dont le nom restera attaché à l'édification des doctrines microbiennes, est vivement ressentie par les physiologistes et les agronomes, les uns et les autres ayant pu apprécier la portée théorique et l'utilité pratique de ses découvertes. Il suffit de rappeler, pour la gloire de Cornevin, les admirables recherches qu'il fit, en collaboration avec MM. Toussaint, Arloing et Thomas, sur le charbon symptomatique, et, en ces derniers temps, ses belles études sur les poisons des végétaux et sur le lait. De tels travaux doivent assurer à qui les a accomplis la reconnaissance du monde pensant.

L'explorateur Zintgraff. — Le 5 décembre 1897 est mort à Ténériffe l'un des hommes qui ont le plus ardemment propagé en Allemagne les idées d'expansion coloniale : l'explorateur Zintgraff.

Il était né à Dusseldorf en 1858, et, comme tant d'autres Allemands qui se sont sur le tard improvisés coloniaux, il avait commencé par faire des études de droit, et avait quitté l'Université d'Heidelberg avec le grade de docteur.

Aussitôt que des idées nouvelles de conquête africaine commencèrent à se développer dans son pays, Zintgraff s'empressa d'y adhérer, et les répandit avec zèle. Il fut l'un des ouvriers de la première heure de l'œuvre de la colonisation allemande. En 1884, il prenait pied en Afrique pour la première fois, en qualité de membre de l'expédition Chavanne au Congo. Mais bientôt son attention fut attirée sur le Cameroun, que Nachtigal avait acquis en 1885 au nom de l'Empereur Guillaume. Dès lors, la carrière de Zintgraff fut décidée. C'est à explorer le Cameroun, à le faire connaître, à le mettre en valeur, qu'il consacra son intelligence et son énergie. Cet homme dont les yeux d'enfant et d'adolescent s'étaient posés sur les paysages doux et un peu fades de la Westphalie et de la vallée du Neckar, s'était pris d'un amour singulier pour ce coin de terre d'Afrique, où tous les phénomènes naturels, chaleur, pluie, végétation, présentent un caractère extrême.

En 1887, Zintgraff explora les rivières qui aboutissent à la côte. Il accomplit son plus grand voyage de 1888 à 1890. Parti de Cameroun, il se dirigea vers le nord, en fondant des postes, et arriva à la fin de mai 1889 à Ibi sur la Bénoué. Aucun explorateur n'avait encore traversé le pays qui s'étend de Cameroun à Donga, car c'était en ce point que, venu du nord, Flegel s'était arrêté. En arrivant à Takum (à 100 kilomètres de la rive gauche de la Bénoué), Zintgraff entendit parler d'Européens établis au nord. Quand il vit en tas des bouteilles de gin vides et, au sommet d'une hutte, un flacon de cognac qu'un indigène avait eu l'idée bizarre de dresser en l'air comme un épi, il eut la certitude d'avoir atteint le territoire où la *Royal Niger Company* exerce son action. D'Ibi, il ne revint pas directement vers le sud, mais, accomplissant un grand détour vers l'est, il atteignit Yola. Le principal résultat géographique de ce voyage fut la découverte de grandes plaines herbeuses qui, de la côte, s'élèvent peu à peu jusqu'à 1.400 ou 1.500 mètres d'altitude. Il fut en contact avec deux sortes de populations : avec les Balis et les Bufas d'une part, encore sauvages, et presque nus, puis, plus au nord, avec les Haoussas, bien vêtus, coiffés du turban, armés d'épées, et déjà parvenus à un certain degré de civilisation.

Fig. 1. — *Itinéraire de Zintgraff en Afrique.*

En 1891, Zintgraff tenta une nouvelle exploration dans l'hinterland du Cameroun, mais sans succès.

Pendant les dernières années de sa vie, il s'efforça surtout de mettre la colonie en valeur. Il vantait la facilité avec laquelle les plantes tropicales — cacao, café, tabac — poussaient sur la côte. Il écrivait : « Le Cameroun ne manque pas de contrées propices aux plantations. Les conditions de culture s'y présentent même si favorablement que je m'étonne que les Anglais, si pratiques, se soient laissé souffler ce coin de terre, dont la valeur ne leur était cependant pas inconnue. »

Quand il revenait en Allemagne, il cherchait à faire partager ses convictions à ses compatriotes et à déterminer les capitalistes à risquer un peu de leur avoir dans les plantations du Cameroun.

Ses séjours prolongés en Afrique avaient altéré sa

santé : il sentait le besoin de repos et s'était établi à Ténériffe dans l'espoir de se remettre.

Si, en mourant, il n'a pas laissé la colonie dans l'état de prospérité qu'il avait rêvé, il a dû, pourtant, se rendre cette justice qu'il n'avait pas travaillé en vain. Quand, il y a douze ans, Nachtigal prenait pied dans le pays, le Cameroun était un nom sur la carte d'Afrique, et rien de plus. Maintenant, c'est une colonie européenne, on connaît partiellement le pays qui s'étend derrière le rivage. Zintgraff a contribué au développement de l'une ainsi qu'à l'exploration de l'autre. Ses dix années de travail n'auront donc été inutiles ni à son pays ni à la science. **Henri Dehérain.**

§ 3. — Physique

A propos des expériences de M. P. Zeeman. Lettre de M. André Broca. — Au moment où la dernière livraison de la *Revue* était, selon l'expression technique, « en imposition », nous avons reçu de M. André Broca les corrections de son article sur *la variation de période des raies spectrales*, et une importante addition, qu'il était alors impossible d'effectuer. Aussi avons-nous sollicité de lui la lettre suivante, où se trouve développée la discussion qui lui permet d'éclairer d'un jour nouveau l'une des questions les plus délicates de l'Optique[1]. LA DIRECTION.

« Je reviens sur un point de mon récent article relatif à la vibration de la lumière polarisée. J'y ai avancé, pour des raisons expliquées ci-dessus, une conclusion inexacte, ou du moins incomplète. Dans l'expérience de M. Zeeman, l'onde qui ne change pas de période dans l'observation normale aux lignes de force ne se propage pas dans le sens de celles-ci. Au premier abord, il semble que, le mouvement ne se propageant pas dans le sens des lignes de force, cela est dû à la propriété de l'éther de ne pas transmettre les vibrations longitudinales. La plan de polarisation de cette vibration étant normal aux lignes de force, on en conclut que la vibration est celle de Fresnel.

« Ayant soumis ces idées à M. Potier avant la réception des épreuves, j'avais ajouté sur celles-ci les idées qu'il m'avait émises. La correction n'ayant pas été faite, je les donne aujourd'hui.

« La constitution d'une onde plane polarisée ne présente rien de difficile à comprendre. Quand la propagation est sphérique, il n'en est plus ainsi. Le calcul montre que deux constitutions de l'onde sont compatibles avec la théorie de l'élasticité. Dans les deux, il y a une direction pour laquelle dans les deux sens l'amplitude est nulle ; pour l'une les vibrations sont méridiennes par rapport à cette direction, pour l'autre elle sont équatoriales. Si nous considérons par conséquent l'onde qui ne change pas de période dans le phénomène de Zeeman, ses propriétés peuvent s'expliquer aussi bien par une vibration de Neumann que par une vibration de Fresnel.

« Mais si nous ne savons rien de précis sur la vibration de l'éther, nous avons une donnée sur celle de la source. En admettant la théorie assez certaine de l'ionisation, la vibration matérielle non altérée ne peut être que parallèle aux lignes de force.

« Ceci ne préjuge rien sur la forme du mouvement transmis à l'éther, car deux cas peuvent se produire : ou bien l'éther est simplement entraîné par la matière, ou bien à un mouvement d'un ion isolé correspond dans l'éther un mouvement de torsion. Dans les deux cas la symétrie est respectée. En effet, la seule condition de symétrie à remplir est que la direction du déplacement matériel soit le seul vecteur caractérisant le mouvement de l'éther. Un vecteur peut représenter deux choses : une direction ou une rotation. Dans le premier cas on aurait la vibration de Fresnel, dans le second celle de Neumann.

« Abordons la question dans la théorie électromagnétique de la lumière. La théorie des ions nous apprend que la force électrique de la pertubation de la source est suivant la ligne de force du champ magnétique qui agit sur la lumière. Or nous savons d'ailleurs que c'est elle qui est perpendiculaire au plan de polarisation, cela est solidement établi. Donc la théorie des ions émise par Zeeman est bien conforme aux faits connus, mais elle ne permet en rien de juger du fond de la question. La force électrique est-elle telle qu'il se produit dans sa direction le véritable déplacement d'une véritable matière, pour employer une expression de M. Poincaré, ou ce phénomène se produit-il dans la direction de la force magnétique ? Nous n'en savons pas plus à ce sujet que par le passé; peut-être rien de semblable ne se passe-t-il. Nous connaissons la forme des équations qui régissent les phénomènes électriques et lumineux, nous ne savons pas les noms qu'il faut donner aux grandeurs qui s'y trouvent pour nous former une idée exacte du fond des choses.

« C'est là un fait bien reconnu; mais, sans chercher à aller aussi loin, je voudrais insister un peu sur une autre face du problème. Les expériences de M. Otto Wiener ont montré que la plaque photographique n'était sensible qu'à l'un des deux vecteurs. Dans les ondes stationnaires où les nœuds de l'un coïncident avec les ventres de l'autre, la plaque photographique indique des franges. Mais nous ne savons pas lequel des deux vecteurs produit l'impression photographique.

« Une question physiologique est connexe. Quel est celui des deux vecteurs qui impressionne l'œil, ou peut-être quels sont les attributs de la sensation qui sont dus à l'un ou à l'autre vecteur ? La question ainsi posée est, pour les raisons déjà dites, insoluble, mais il n'est peut-être pas impossible d'espérer savoir un jour si l'œil est sensible aux deux vecteurs, ou à un seul, ou sensible différemment à l'un et à l'autre. La vision des franges de Fresnel ne prouve rien, car les maxima et les minima des deux espèces de vecteurs sont superposés. Il faudrait arriver à voir des ondes analogues à celles de M. Otto Wiener. Il y aurait là un beau problème physiologique à résoudre, mais qui ne nous avancerait en rien pour les idées mécaniques à nous faire du fond des choses.

« Quoique les expériences de M. Zeeman soient impuissantes à résoudre ces questions, qui sont peut-être insolubles, elle nous montrent cependant pour la première fois une onde sphérique lumineuse où la propagation de l'énergie est différente suivant les directions, onde que la théorie permettait de prévoir, et qui est identique à l'onde de l'excitateur de Hertz.

« Pour les ondes circulaires dans le sens des lignes de force, et polarisées dans la direction normale, une analyse tout à fait analogue à celle qui vient d'être indiquée montre que les deux vibrations sont également admissibles ; elles ne permettent donc pas d'avancer le problème. **André Broca,**

Préparateur de Physique à la Faculté de Médecine de Paris »

§ 4. — Métallurgie

La coulée centrifuge appliquée au durcissement de la surface des moulages d'Acier — On connaît les propriétés de la fonte trempée, c'est-à-dire de la fonte refroidie à la coulée par le contact des parois métalliques du moule dans lequel elle est versée. Dans une très savante étude publiée l'an dernier dans la *Revue*[1], M. Pourcel a montré en effet qu'un fer fortement carburé[2] en fusion prend les caractères de

[1] C'est par erreur que, parmi les titres de M. Broca, nous avons, sur la couverture de la *Revue*, inscrit : « Docteur ès sciences », au lieu de « Docteur en médecine ».

[1] Livraison du 30 mai 1896.

[2] Malgré la grande affinité du fer pour le carbone, le métal n'en peut guère absorber plus de 4 à 5 %, en supposant que d'autres corps ne viennent pas modifier ce point de saturation.

la fonte blanche où de la fonte grise, suivant qu'il se solidifie rapidement ou lentement. Or, la fonte blanche, dans laquelle le carbone est invisible à l'œil nu, est dure, résistante à l'outil, mais fragile au choc, tandis que la fonte grise, où le carbone apparaît à l'état libre sous forme de lamelles de graphite disséminées dans la masse, est tendre, se laisse entamer par l'outil, mais résiste parfaitement aux chocs. Si nous prenons comme exemple un cylindre de laminoir en fonte trempée, la table, étant coulée dans un moule métallique, c'est-à-dire refroidie rapidement, présente à sa surface une zone de fonte blanche, qui passe successivement à la teinte truitée (mélangée de gris et de blanc), puis à la teinte grise, au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la surface; au contraire la fonte des tourillons, coulée dans le sable étuvé et par conséquent refroidie lentement, est uniformément grise. Sur des prises effectuées respectivement aux bords de la table et des tourillons, les dosages de carbone donnent des résultats analogues aux suivants [1] :

	TABLE	TOURILLONS
	—	—
Carbone total	3,20	2,84
Graphite	0,19	1,93

On voit que dans la fonte le refroidissement rapide s'oppose presque absolument à la formation du graphite et que, par suite, la coulée en moule métallique, ou, comme l'on dit, *en coquille*, donne le moyen de durcir d'une façon progressive les surfaces des pièces telles que roues, cylindres, projectiles, blindages etc., moulées en fonte.

Les avantages au point de vue de la résistance que présente maintenant l'acier doux coulé expliquent sa substitution presque générale à la fonte dans les moulages. Toutefois, ce nouveau métal contenant à peine la $\frac{1}{10}$ partie du carbone existant dans la fonte, il n'est pas possible de lui appliquer le système de la coulée en coquille, dont nous venons de parler, si l'on veut obtenir des pièces durcies à la surface.

Pour résoudre ce problème et produire des moulages d'acier mixte, c'est-à-dire d'acier partiellement dur et partiellement doux, M. Huth, ingénieur civil à Gelsenkirchen, propose d'utiliser la force centrifuge au moment de la coulée du métal. Supposons qu'il s'agisse de couler en acier une roue de chemin de fer : le moule étant animé d'un mouvement rapide de rotation, on commence par couler de l'acier dur, qui vient se placer à la circonférence dudit moule, que l'on achève de remplir ensuite avec de l'acier doux. Le corps de la roue est donc en acier doux et la jante en acier dur. Il résulte de l'expérience que la liaison des deux qualités de métal est parfaitement intime et que la partie durcie, dont on est libre de choisir l'épaisseur, ne diminue pas progressivement de dureté comme dans la fonte trempée. En outre, la coulée centrifuge rend les moulages d'acier compacts et bien venus, si faible que soit leur épaisseur, — résultat difficile à atteindre avec la coulée ordinaire en raison du caractère réfractaire de l'acier.

La roue de chemin de fer est un des moulages dans lesquels l'emploi d'un métal hétérogène trouve son application la plus utile : le corps de roue constitué par de l'acier doux est assuré contre toute rupture au choc, tandis que le cercle de roulement, possédant une grande dureté, résiste à l'usure ; bien plus, le boudin, ne s'aiguisant plus dans les courbes, attaque beaucoup moins le rail, ce qui en prolonge la durée.

Le procédé se recommande également pour la fabrication des cylindres de moulins, des roues de broyeurs, des mâchoires de concasseurs : s'adaptant bien à la coulée des moulages minces, il donne des pièces dont le corps est en acier doux très résistant, tandis que les bords sous forme de dents entaillées et tranchantes sont en acier très dur. On peut donc augmenter la puissance des outils avec moins de risques de rupture.

Nous citerons, en terminant, les bandages de chemins de fer comme pièces susceptibles d'être obtenues par la coulée centrifuge des deux quantités d'acier. Dans ce cas les moulages en acier mixte coulés sous forme de couronnes sont laminés et les produits résultants, très durs à la surface de roulement et très doux à l'intérieur, résistent à la fois à l'usure et au choc lorsqu'ils sont en service, tout en présentant de grandes facilités pour le tournage qui précède le montage sur roues.

Emile Demenge,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

[1] Analyse de M. Ledebur (*Manuel de la Métallurgie du fer*).

§ 5. — Géographie et Colonisation

La culture du Manioc dans le Bassin méditerranéen. — Au moment où la Tunisie se préoccupe d'introduire sur son sol la culture du Manioc, il semble utile de prémunir le colon contre les déboires auxquels cette tentative risquerait de le conduire, s'il la pratiquait d'abord sur trop grande échelle.

Nous ne pensons pas, en effet, que le climat de la Régence convienne à la végétation du Manioc. Pendant un grand nombre d'années, cette plante [1] a été expérimentée au Jardin d'Essai d'Alger, et elle y a révélé des exigences auxquelles il serait très difficile de satisfaire dans la culture champêtre. Même dans un jardin, il lui faut, en hiver, la meilleure exposition à la chaleur, le meilleur abri contre le froid, et, en tous temps, les terres les plus perméables et les plus profondes, une abondante fumure, car elle épuise vite le sol, enfin, pendant toute la période estivale, une irrigation copieuse et régulièrement assurée.

Le commencement des intempéries et des froids de novembre altère rapidement les tiges; ensuite, le refroidissement du sol et l'humidité hivernale ne permettent pas de faire passer sans danger la souche en pleine terre, d'une année à l'autre. Aussi, dans nos expériences, la conservation de la plante devenait fort difficile; elle exigeait des artifices dispendieux. Nous coupions les tiges avant la fin de leur croissance, en automne, pour les soustraire aux premiers abaissements de température et aux orages de grêle de novembre; puis, nous les empilions, dans une caisse, en lits horizontaux séparés par des couches de sable sec et fin. Au printemps suivant, il y avait un déchet, mais les tiges demeurées saines constituaient pourtant la majorité. Nous les multipliions par bouturage, en faisant des tronçons de 8 à 13 centimètres.

Ce sont là des manipulations d'horticulteur, non de cultivateur. Et il ne semble pas rémunérateur d'accorder de tels soins, sur le littoral méditerranéen, à un végétal dont la valeur nutritive est très inférieure à celle du blé, lequel, sur ce même littoral, donne de si belles cultures. Partout où, dans ces régions, on a tenté de cultiver le Manioc, en Italie, en Espagne, en Algérie, même en Tunisie, — car il y a eu quelques essais à la Soukra, près de Tunis, — on n'a éprouvé que des déceptions. A mon sens, la culture de cette plante n'a sa raison d'être que dans les régions tropicales, où les céréales ne viennent pas; mais elle est sans intérêt dans les pays de blés durs. Certaines variétés de pommes de terre donneraient certainement, dans le Sud-Algérien et en Tunisie, de meilleurs et de plus économiques rendements en matière féculente, que les deux espèces de Manioc jusqu'à présent expérimentées.

Ch. Rivière,
Directeur du Jardin d'Essai à Alger.

[1] Soit le *Maniohot utilissima*, soit le *M. Aipi* ou Manioc doux, préférable parce qu'il est dépourvu d'acide cyanhydrique.

LE ROLE DE LA CHIMIE BIOLOGIQUE EN MÉDECINE[1]

Qu'elle soit animale ou végétale, la vie résulte de l'accomplissement d'une suite de fonctions harmoniquement liées entre elles et concourant à la conservation de l'être tout entier. Les organes : muscles, glandes, cœur, estomac, centres nerveux, etc., sont les instruments de ces fonctions, et celles-ci s'exécutent grâce aux modifications intimes, très profondément cachées, dont les cellules spécifiques de ces organes sont elles-mêmes le siège.

Une longue habitude nous a faits au spectacle, banal en apparence, de l'animal vivant et fonctionnant; il ne nous étonne pour ainsi dire plus; mais qu'il est mystérieux et singulier! Nous savons que la matière est inerte, incapable de modifier en rien son état de repos ou de mouvement, et nous voyons cependant, dans l'animal, cette matière inerte s'animer de mouvements propres, sans qu'intervienne aucune cause physique apparente qui explique le phénomène. L'animal vit dans un milieu où il rayonne et perd sans cesse le calorique qu'il possède; néanmoins, sa température se maintient à peu près constante. Il est formé de substances instables, putrescibles, et nous constatons que les substances qui le composent résistent, durant la vie, aux altérations naturelles qui les atteignent après la mort. L'animal s'alimente des matières les plus diverses et, avec elles, il construit des organes toujours semblablement composés et où l'on ne saurait retrouver la plupart des principes mêmes de l'aliment. A l'inverse des machines ordinaires, l'animal revient spontanément à son type primitif, refait certains de ses organes quand on l'en a privé; bien plus, il est apte, dans certaines conditions, à reproduire des êtres semblables à lui et doués des mêmes organes. Ses fonctions peuvent, il est vrai, se troubler, et la discordance peut succéder à l'harmonie, mais, en vertu d'une force cachée, celle-ci tend à se rétablir, et la *nature médicatrice* reproduit généralement l'état normal, la santé.

I

Voilà les mystères, ou du moins, les étonnantes constatations dont il importe de bien se pénétrer en abordant le problème de la vie. Montrer qu'il en est toujours ainsi et dire que les forces vitales agissent autrement que les forces inanimées n'est pas donner une explication de ces faits surprenants; tous nos efforts doivent tendre à les rattacher logiquement aux autres faits physico-chimiques ou mécaniques avec lesquels ils ne sont probablement qu'en apparence contradictoires. Nous verrons, qu'en effet, tous les phénomènes *matériels* de la vie sont soumis aux lois mécaniques et chimiques, et que c'est une erreur philosophique et scientifique de prétendre les expliquer en invoquant des forces animiques ou vitales agissant dans l'être tout entier (*Barthez*) ou dans chacun de ses organes (*Van Helmont*). C'est à l'identification des causes qui président chez les êtres vivants aux phénomènes sensibles et mesurables avec celles qui agissent sur la matière brute, que sont arrivés les physiologistes et les chimistes, et ce n'est pas l'une des moindres conquêtes de notre époque que d'avoir banni de l'explication des phénomènes de la vie accessibles à nos sens l'intervention de prétendues *forces animées*. Grâce à cette conquête, la Biologie est enfin entrée dans le cadre des sciences proprement dites; la Médecine n'est plus une science de constat, vivant d'un amas de faits, d'observations pratiques ou de recettes, données très précieuses sans doute, mais souvent sans liaison logique entre elles et sans portée; la Médecide de notre temps est devenue une science accessible à l'expérimentation et aux vérifications de laboratoire. Entrée depuis moins d'un siècle dans cette voie, ses progrès ont été rapides, surprenants; je n'en veux pour preuve que les découvertes des Flourens, des Frerichs, des Brown-Séquard, des Cl. Bernard..., ces illustres prédécesseurs de notre immortel Pasteur.

Sans doute, le but suprême de la Médecine, c'est de rétablir la santé du malade; mais pour le traiter faut-il encore le connaître. C'est à l'amphithéâtre et aux laboratoires de Physiologie ou de Chimie qu'on apprend à lire dans les organes, à interroger leur fonctionnement, à le déduire de l'analyse des tissus et des sécrétions. Pour bien juger du désordre qui fait la maladie, il convient de connaître d'abord l'ordre et les lois du fonctionnement normal. Le scalpel, le microscope et le laboratoire deviennent ainsi les auxiliaires indispensables, les lumières brillantes de la Pathogénie et de la Clinique.

Ceux qui, les premiers, éclairèrent la Médecine moderne, furent les médecins naturalistes, anatomistes et micrographes des XVIe, XVIIe et XVIIIe siècles. En décrivant exactement les organes, en essayant d'en comprendre la structure et les relations, Vésale, Harvey, Willis, Riolan, Meckel, Malpighi, Ruysch,

[1] Première leçon du *Cours de Chimie biologique*, faite à la Faculté de Médecine de Paris le 9 novembre 1897.

Winslow, Morgagni, Leuvenhoek, Haller, etc., furent des initiateurs. Mais, dans ce rôle d'anatomo-physiologistes ou de naturalistes contemplateurs, ces grands esprits ne pouvaient que constater la forme des organes et leurs rapports, le cours du sang et des humeurs, la structure de quelques parenchymes. Or, quel génie, en examinant une montre en mouvement, pourrait démêler les raisons cachées qui font mouvoir uniformément ses rouages et lui permettent de marquer l'heure, s'il n'avait, pour s'éclairer, la notion de l'élasticité et celle de l'isochronisme des oscillations pendulaires ? Et quel observateur sagace arriverait à pénétrer les causes des mouvements intestins d'une cité, telle que Paris, s'il se bornait à examiner ses citoyens parcourant les places et les rues, sortant ou entrant dans ses édifices, sans qu'il connût les motifs et les intérêts, cachés à ses yeux, qui réunissent ces habitants et les font agir ainsi dans le sens de leur commune conservation ? Aussi désarmé que ces deux observateurs serait celui qui bornerait à l'Anatomie, à l'Histologie, ou même à la Clinique, l'étude de la Médecine, et qui penserait qu'un pur empirisme peut suffire, au lit du malade, à lui procurer petit à petit les éclaircissements et l'aide nécessaires.

Il faut donc, après l'Anatomie, qui nous fait connaître l'animal inerte et sans vie, étudier l'animal en action, en action de vie normale, puis enfin essayer de découvrir les forces cachées qui excitent ses fonctions. En possession de ces données fondamentales, il sera possible, logiquement, d'aborder l'examen du malade, de tenter de démêler les mécanismes qui ont provoqué l'état pathologique, et d'agir sur eux pour ramener la santé.

II

Les premières données positives sur les forces cachées qui président au fonctionnement des êtres vivants datent de l'époque où Lavoisier découvrait les sources de la chaleur animale (1777). Ce grand esprit venait d'établir la composition de l'air et de donner l'explication du phénomène, resté jusqu'à lui si mystérieux, de la production de la chaleur et du feu. Il démontra bientôt que l'animal vit et s'échauffe, en se consumant à la façon d'une bougie qui brûle, absorbant l'oxygène de l'air et rejetant proportionnellement l'eau et l'acide carbonique formés.

Peu d'années avant, le même savant avait distingué et défini les corps simples. Il avait établi l'invariabilité de leur nature et de leur poids, quelles que soient les réactions auxquelles ils sont soumis au cours de leurs diverses combinaisons au laboratoire, aussi bien, pensait-il, que durant leur transport et leurs réactions à travers l'être vivant. Désormais, grâce à lui, disparaissait le mystère de l'origine de la chaleur animale. Ainsi s'établissait aussi, sur des preuves expérimentales, cette donnée importante que la vie ne saurait produire aucun élément nouveau ni le détruire, et que la loi de l'invariabilité du poids des éléments — quelles que soient leurs réactions — s'applique aussi bien aux êtres vivants qu'aux corps bruts.

Au cours de la première moitié de notre siècle, Robert Mayer et Sadi Carnot découvrirent les lois de la transformation de la chaleur en énergie mécanique; Helmoltz et Clausius définirent le principe de la conservation de l'énergie. Ces données furent aussitôt appliquées aux êtres vivants. On sait aujourd'hui que, non seulement leur chaleur, mais leurs mouvements, aussi bien que tous leurs actes mécaniques ou physiques les plus intimes, sont des formes diverses de cette énergie, latente ou potentielle, qu'ils emmagasinent avec leurs aliments, source unique de l'activité de toutes leurs fonctions.

Les anatomistes et histologistes du commencement de ce siècle avaient observé que les organes sont composés de tissus variés et chacun de ceux-ci de cellules spécialisées par leur forme et souvent aussi par leur fonctionnement propre. Mais dans ces tissus, dans ces cellules, quels sont les organes cachés, les agents primitifs de ces fonctionnements divers ? Il était réservé à Chevreul de montrer, de 1812 à 1823, que les cellules des êtres vivants sont construites grâce à la juxtaposition de principes organiques ou minéraux spécifiques, espèces chimiques obéissant à la loi des proportions définies de Proust, et subissant, à travers les organes, des transformations semblables à celles que ces mêmes corps subissent dans nos laboratoires. Plus tard, M. Berthelot démontrait que les principes définis de la plante ou de l'animal n'étaient pas des édifices spéciaux aux êtres vivants et que seuls ils pouvaient former. Il fit voir que les prétendues forces vitales qui, croyait-on, avaient associé les éléments de ces principes définis, pouvaient être remplacées par ces forces brutes dont dispose habituellement le chimiste; qu'on peut, en un mot, construire artificiellement, par synthèse totale, la plupart des substances qu'on retire généralement des végétaux ou des animaux. En un mot, il établit que les substances animales ou végétales ne sont pas nécessairement des produits de la vie et que celle-ci n'imprime pas aux matériaux des organes une marque originelle, un type vital qui leur soit propre.

Plus tard, le même savant démontrait que, quel que soit le cycle des transformations passagères que subissent ces diverses substances, que ces trans-

formations se fassent *in vitro* ou qu'elles se passent au sein de l'économie vivante, pourvu que les systèmes initial et final soient les mêmes, il en résulte toujours une quantité de chaleur ou d'énergie invariable, positive ou négative, *indépendante des réactions intermédiaires qui ont pu se produire*, et dont la mesure résulte uniquement de l'état initial et de l'état final. Cet important principe permet de calculer aujourd'hui l'énergie dont dispose l'animal ou la plante au bout d'un cycle de transformation dont on ne peut constater souvent que les états primitif et définitif et quelles que soient les multiples réactions passagères des systèmes successifs intermédiaires qui peuvent rester entièrement inconnues.

Désormais, les phénomènes physico-chimiques observés chez les êtres vivants étaient donc démontrés soumis aux lois qui régissent les corps bruts; l'énergie dont disposent les animaux pouvait être calculée d'après les quantités de chaleur apparues au calorimètre lorsqu'on y fait passer la même matière d'un même système primitif à un même état final. Lavoisier, R. Mayer, etc..., nous avaient révélé la source de l'énergie vitale, et Berthelot nous apprenait à en faire exactement la mesure, pourvu que, l'état de l'animal restant le même, son mode d'alimentation et l'ensemble de ses excrétions nous fussent connus.

Mais de cette énergie l'animal dispose suivant ses besoins, l'utilisant en partie pour l'entretien de sa température qui reste presque invariable, s'en servant pour mouvoir ses organes et produire du travail, provoquant des changements chimiques dans les principes dont il est composé, excitant ou arrêtant le cours du sang et des diverses sécrétions, etc., en un mot employant cette énergie à l'entretien de ses diverses fonctions. De cette partie mystérieuse du problème de la vie, les physiologistes n'ont encore, il est vrai, donné qu'une demi-solution. On sait seulement, comme l'ont établi les beaux travaux de Ch. Bell, de Flourens, de Müller et surtout de Cl. Bernard, qu'à ce partage harmonieux de l'énergie entre les organes, préside le système nerveux, dont les centres multiples régissent chacune des fonctions spéciales.

C'est ainsi que peu à peu des solutions exactes, vérifiables par l'expérience et la mesure, des données numériques précises, se sont, en Biologie, substituées à l'inconnu, au mystère, aux hypothèses vitalistes. Aujourd'hui, l'Anatomie, la Physiologie expérimentale et les sciences physico-chimiques sont devenues les bases solides et sûres sur lesquelles repose la science de la vie, les sources où la Médecine moderne s'est entièrement revivifiée.

III

Il restait pourtant un éclaircissement fondamental, indispensable, à obtenir. Les organes, nous le savons désormais, fonctionnent en vertu des lois physico-chimiques inéluctables. Ils sont eux-mêmes construits sur un type invariable et, sauf les cas d'altérations traumatiques brutales, d'intoxications chimiques, d'insuffisance d'aliments, etc., en un mot, sauf les conditions où se produisent des modifications matérielles sensibles qui altèrent visiblement ces organes ou empêchent leur fonctionnement, le désordre pathologique, la genèse de la maladie reste incompréhensible.

Déjà au XVIIe siècle, Van Helmont, par une vue profonde de l'esprit fondée sur de vagues analogies, avait comparé la fièvre à une fermentation. A peu près vers la même époque, un physicien alchimiste, le P. Kircher, émettait l'opinion que l'air est un milieu apte à laisser vivre et à nous transmettre des animalcules microscopiques innombrables qui, en pénétrant dans nos organes, deviennent la cause directe des maladies épidémiques. Il fallut attendre le génie de Pasteur pour donner quelque créance à ces idées et trouver enfin la démonstration définitive, expérimentale, de ce qu'il y avait de réel dans ces hypothèses.

Grâce à lui, nous savons, à cette heure, que l'air, l'eau et les aliments sont, en effet, des milieux qui transportent une foule d'êtres vivants. Lorsque, par les aliments, l'air respirable ou par effraction de la peau ou des muqueuses, ils pénètrent dans nos humeurs, quelques-uns de ces microbes peuvent s'y développer, y pulluler à l'infini, produire des altérations nutritives diverses, ou secréter des poisons redoutables qui, en intoxiquant l'économie, font apparaître l'état pathologique.

C'est ainsi que se sont peu à peu élevées à l'état de sciences proprement dites la Biologie et la Pathogénie expérimentales. Ses plus illustres fondateurs, pour rapprocher ici leurs noms, ce sont: Harvey, Lavoisier, Ch. Bell, Robert Mayer, Chevreul, Berthelot, Cl. Bernard, Pasteur..., des physiologistes, des physiciens, des chimistes, dans tous les cas des savants imbus des principes des sciences exactes, imprégnés de l'esprit de la méthode rationnelle, qui consiste à déduire de quelques faits bien observés la notion de leurs causes directes probables, les hypothèses qui semblent en donner l'explication, puis à tirer de celles-ci un certain nombre de conséquences logiques, contrôlables et mesurables exactement, et dont la vérification expérimentale, si elle réussit, devient la preuve, la garantie provisoire de l'exactitude de la théorie. De ce contrôle généralisé, répété, varié dans toutes les conditions imagi-

nables, naît pour l'esprit la certitude de la cause invoquée, puis la possibilité de remonter, de cause en cause, à ces lois générales qui président à un nombre infini de phénomènes ne paraissant d'abord avoir entre eux aucune relation. C'est ainsi qu'ont raisonné les grands esprits que j'invoquais tout à l'heure pour créer la Médecine expérimentale moderne.

Qu'on ne vienne donc pas dire : *la Médecine aux médecins, la Science aux savants !* A ce compte, ni Lavoisier, ni Bichat, ni Cl. Bernard, ni Helmoltz, ni Pasteur, qui ne furent ni des médecins praticiens ni même des médecins, n'auraient été dignes d'être écoutés dans nos Écoles! Les générations de médecins qui voient cette fin de siècle tirent cependant leurs succès pratiques des doctrines de ces illustres fondateurs. Créant la science biologique expérimentale, en contribuant à en faire disparaître les hypothèses mystérieuses, en réduisant les causes des phénomènes à la notion des forces naturelles, en nous faisant connaître les mécanismes qui président aux diverses fonctions, ou qui, les troublant, provoquent la maladie, ces grands esprits ont fait de la Médecine une science de plus en plus exacte et digne de ce nom. Elle prospérera, comme toutes les autres sciences, plus encore peut-être par l'expérimentation que par l'observation. Si j'en juge par l'origine des progrès qu'elle a faits en ce siècle, progrès sortis surtout des laboratoires, ses découvertes sont destinées à nous étonner encore plus au siècle prochain.

IV

L'Anatomie et même l'Histologie sont choses à peu près faites. Je ne pense pas que ce soit de ce côté que doivent venir les grandes conquêtes de la Médecine future. L'œuvre de Pasteur est là pour montrer que c'est vers l'étude des microbes pathogènes que doivent converger les efforts. Mais ces microbes eux-mêmes agissent par leurs sécrétions, et la nature de celles-ci est du domaine de la Chimie biologique.

D'autre part, les microbes qui nous atteignent par leurs produits vénéneux, leurs ferments ou leur effrayante pullulation, ne sont pas les seuls facteurs de la maladie. Nos tissus, nos organes sont composés de cellules vivant en colonies et fonctionnant, ainsi que j'ai essayé de l'établir, d'une façon qui n'est pas foncièrement différente de celle des cellules microbiennes. Celles-ci, en agissant sur les cellules de nos tissus, provoquent en elles une réaction de défense, et, comme l'ont établi Behring et Roux, un contre-poison qu'elles opposent au poison microbien. D'où dérive ce poison, quelle est sa nature, comment se produit-il à partir des principes constitutifs de la cellule normale? Autant de questions que la Chimie éclaircira un jour. Enfin, les célèbres constatations de Brown-Séquard sur le rôle important que jouent les sucs versés dans la circulation par les glandes closes, nous montrent encore tout l'intérêt pratique que l'étude, à peine commencée, de ces sécrétions, de ces ferments, de ces sucs d'organes offre à la Médecine pratique.

Laissant de côté l'histoire des microbes, qui n'est pas de mon domaine, et celle de leurs sécrétions toxiques et de leurs ferments, que j'ai précédemment développée, nous étudierons cette année les cellules spécifiques des tissus, fonctionnant et se modifiant sous l'influence des besoins de l'organisme, fournissant tantôt la chaleur et la force, comme le tissu musculaire, le flux excitant et dirigeant, comme le tissu nerveux ; fabriquant les diverses sécrétions, comme les glandes ; constituant des réserves calorifiques, comme les cellules adipeuses ou hépatiques, etc.

Bien différent du rôle du physiologiste ou de l'histologiste, le rôle du chimiste biologiste ne consiste pas dans l'enregistrement et le constat des faits et de leurs relations les plus prochaines. C'est dans ces transformations moléculaires, invisibles à l'œil même armé du microscope le plus puissant, qu'il doit chercher les causes premières qui entretiennent la vie des organes, aussi bien que celles qui troublent leur fonctionnement. C'est au mécanisme moléculaire fondamental, à la source même de ces phénomènes généraux que constatent le physiologiste et le physicien, que seule la Chimie nous permet de remonter.

Après les tissus, nous ferons l'étude du sang, des urines et des autres humeurs de l'économie. Enfin, je me propose d'analyser encore cette année les fonctions nutritives, en commençant par la digestion, désirant poursuivre les transformations de la matière alimentaire à travers les organes où elle s'assimile pour se transformer ensuite en produits intermédiaires ou résidus d'élimination, grâce à une série de mécanismes généraux qui constituent ce que nous savons, à cette heure, de plus précis sur le fonctionnement vital.

L'Anatomie nous fait voir la structure générale du corps, la place qu'y occupe chaque organe, chaque vaisseau, chaque filet nerveux, etc. Elle rend l'animal comme transparent. La Physiologie nous montre les organes en action, excitant, sécrétant, échauffant, mettant le corps en mouvement, recevant les sensations du dehors et réagissant suivant la nature de ces impressions. Prenant le problème à ce point précis, la Chimie biologique a pour objet de nous faire pénétrer le fond des choses par l'examen des mécanismes cachés qui provoquent les effets constatés par le

physiologiste. Celui-ci voit l'aliment se dissoudre dans l'estomac grâce au suc sécrété par les glandes; mais il ne saurait, analysant à fond ce phénomène, séparer et examiner le rôle de chacun des agents spécifiques qui y concourent. Il observe que l'aliment digéré, absorbé par les villosités de l'intestin, est porté aux divers organes où il s'assimile, pour disparaître ensuite. Là s'arrête son rôle. Le chimiste retire du suc gastrique ses agents efficaces, l'acide propre et le ferment; il montre ce qui revient à chacun d'eux dans la digestion de l'aliment, les produits formés, et ceux, tout différents, qui viennent s'assimiler dans chaque cellule spécifique de nos tissus. Il sépare ces produits les uns des autres; il constate leurs rapports de composition, ou leur différence, avec les principes de l'aliment ingéré et avec ceux qui sortent de l'organe en activité; de cette comparaison il déduit les mécanismes des réactions intervenues dans l'organe, ceux, par exemple, grâce auxquels les principes albuminoïdes fondamentaux des protoplasmes sont passés à l'état de sucres, de graisses, de bases azotées complexes et finalement d'urée, d'eau et d'acide carbonique. Du bilan de chacune de ces transformations le chimiste peut, en chaque cas et pour chaque état, calculer la quantité d'énergie dont dispose l'animal. Enfin, de la nature et de la mesure de ces mutations, il peut conclure à l'état normal ou anormal, souvent même aux moyens de conserver la santé ou d'y revenir par des voies rationnelles et prévues.

Seule la Chimie biologique peut donner ces éclaircissements à la Médecine et concourir ainsi puissamment aux progrès de l'avenir.

Armand Gautier,
Membre de l'Académie des Sciences,
Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

L'ÉTAT ACTUEL ET LES BESOINS
DE L'INDUSTRIE DE LA PORCELAINE DURE
EN FRANCE[1]

DEUXIÈME PARTIE : CUISSON ET DÉCORATION

Après la préparation des pièces par modelage ou moulage, deux opérations principales terminent la fabrication : la cuisson et la décoration.

I. — Cuisson.

§ 1. — Disposition des fours.

Les fours destinés à la cuisson de la porcelaine sont tous circulaires, — du moins en France, — car on sait qu'en Chine ils sont rectangulaires. Les nôtres ont la forme des fours à réverbères, et représentent des cylindres creux dont la partie supérieure est surmontée d'un dôme, dans l'axe duquel s'élève la cheminée.

Il ne se fait plus de fours à trois étages, et tous sont à deux étages, dont l'inférieur est le *laboratoire*, où se fait la cuisson, tandis que le supérieur, désigné sous le nom de *globe*, est destiné à faire subir le premier feu, ou *dégourdi*. Ces fours sont chauffés par des foyers extérieurs, accolés au bas du laboratoire, et nommés *alandiers*. Le nombre de ces foyers varie nécessairement suivant les dimensions du four, et suivant qu'il doit être chauffé au bois ou au charbon, ce dernier système exigeant un plus grand nombre d'alandiers. A l'intérieur, le *laboratoire* communique avec le *globe*, qui est à la partie supérieure, et auquel il envoie l'excès de chaleur qu'il dégage, d'abord par la cheminée centrale, puis par les *carnaux*, ouvertures disséminées dans la voûte de séparation, de façon à régulariser le tirage.

Depuis une vingtaine d'années, un grand progrès a été réalisé dans ces appareils de cuisson, si bien qu'on est arrivé à obtenir d'aussi beaux produits avec les fours au charbon qu'avec les fours au bois, qui, du reste, ont à peu près complètement disparu. Le petit nombre qu'il en reste est spécialement destiné à la production du gros bleu de cobalt, connu sous le nom de *bleu de Sèvres*, et qui se développe d'une façon plus régulière au bois qu'au charbon.

Ce perfectionnement a été produit par les fours *à flamme renversée*, qui sont à peu près les seuls employés actuellement. Avec les anciens fours, à flamme directe, la flamme, au sortir de l'alandier,

[1] Voyez la première partie dans la *Revue* du 15 décembre dernier, t. VIII, pages 940 et suiv.

traversait directement le four, pour se rendre à la cheminée et aux carnaux, qui la conduisaient au *globe* par le chemin le plus court. Il en résultait, on le comprend, une utilisation très imparfaite de la chaleur, et une répartition très inégale de la température; de plus, le coup de feu s'exerçait surtout dans la partie inférieure du *laboratoire*, et, comme cette partie supporte en même temps la charge de tout ce qui garnit le haut du four, cette double action de chaleur excessive et de pression contribuait beaucoup à détériorer le matériel, et même la porcelaine. Dans les nouveaux fours à flamme renversée, la cheminée et les carnaux qui sont à la partie supérieure du laboratoire sont bouchés pendant la cuisson, et le tirage se fait, au contraire, par des carnaux qui sont en sous-sol, et qui envoient la flamme dans le globe, au moyen de cheminées placées dans l'épaisseur de la paroi du four et entre les alandiers. Dans ces conditions, la flamme, en sortant du foyer, est dirigée par un massif et par sa tendance naturelle vers la voûte du four, où, ne trouvant pas d'issue, elle est obligée de redescendre dans les carnaux du sol qui font l'appel; elle fait donc dans le four un beaucoup plus long parcours, ce qui la rend plus efficace. Elle a encore l'avantage d'être répartie plus uniformément, et enfin elle n'exerce plus l'action excessive sur le bas du four qui supporte la charge. C'est donc un grand progrès qu'ont réalisé les fours à flamme renversée, car aux améliorations qui viennent d'être indiquées, on peut encore ajouter que, par cette meilleure répartition de la flamme, ils ont permis d'augmenter les dimensions de ces appareils : on en construit maintenant qui ont 120 mètres cubes de capacité.

§ 2. — Marche de la cuisson.

La cuisson se fait en deux périodes. La première, dite *petit feu*, a pour but de chauffer lentement l'intérieur du four, de façon à bien faire évaporer toute l'humidité provenant de la couverte, des calles ou fragments de gazettes, enduits de terre à gazette humide, qui séparent et maintiennent les piles de gazettes qui sont empilées dans le four. Après vingt-quatre ou trente heures d'un petit feu, qui correspond au rouge vif, on passe à la période de *grand feu*, qui élève graduellement et régulièrement la température jusqu'à 1.450° à 1.550°. Malheureusement, du reste, pour la cuisson de la porcelaine, on n'a pas encore adopté les nouveaux pyromètres de MM. Mesuré et Nouel, et de M. H. Le Chatelier, qui rendent de si grands services à d'autres industries.

L'appréciation de la température se fait toujours par l'ancien procédé des *montres*, sortes de tasses fabriquées avec la même pâte et la même couverte que les pièces qui garnissent le four, et qu'on retire du feu de temps à autre, pour contrôler la marche de la cuisson. Les montres pyrométriques de Séger ne sont employées que dans un très petit nombre de fabriques.

La cuisson des grands fours dure de soixante à soixante-dix heures en moyenne, et doit être conduite de façon que l'atmosphère soit réductrice pendant la période de fusion de la couverte, sans quoi la porcelaine aurait une teinte jaune, qui serait produite par la peroxydation du fer.

Après la cuisson, on laisse refroidir le four pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures, et on procède au défournement, puis au choix de la porcelaine. Cette dernière opération a pour but de faire un triage suivant la réussite, en divisant par catégories les pièces plus ou moins défectueuses, qui sont classées en « premier choix », « deuxième choix », « inférieur », « bon rebut », « rebut ». C'est, du reste, la principale cause du prix de la porcelaine, car les pièces qui ont des défauts, petits ou grands, sont toujours relativement nombreuses, et elles subissent, de ce fait, une dépréciation importante, qui augmente d'autant le prix de revient de la porcelaine de choix.

D'autre part, il faut noter qu'en même temps que la fabrication de la porcelaine est plus difficile dans toutes ses parties, on est beaucoup plus exigeant pour cette poterie que pour toutes les autres, et la plus petite tache la fait repousser. Il faut tenir compte, cependant, que, lorsque la tare se borne à une petite souillure, le plus souvent on l'enlève à la roue, et la pièce est utilisée pour le décor; on s'arrange de façon à faire recouvrir et à cacher le défaut, qui, en somme, ne présente aucun inconvénient.

Malgré tous les avantages qu'offrent les grands fours à flamme renversée, il n'est pas certain que l'avenir n'est pas, au contraire, réservé aux fours de petite dimension, qui auraient une importante supériorité sur les grands :

1° Pour étudier les différents genres de cuisson;

2° Pour essayer des compositions variées nécessitant une cuisson spéciale qu'il est impossible d'essayer dans des fours qui contiennent pour plusieurs milliers de francs de marchandises;

3° Pour la cuisson des couleurs de four, qui n'auraient pas à supporter soixante ou soixante-dix heures de feu;

4° Pour obtenir des cuissons faites à volonté, soit en flamme oxydante, soit en flamme réductrice.

Toutes ces questions sont intimement liées à l'avenir et aux améliorations de la porcelaine, et, par conséquent, plaident en faveur des petits fours.

Mais, de plus, il n'est pas certain que ce ne sera pas avec ces petits fours qu'on réalisera la plus grande économie dans la cuisson. Sans doute, plus un four est petit, plus il consomme proportionnellement de combustible; mais cet inconvénient serait largement compensé par la possibilité, avec les petits fours, de récupérer la chaleur perdue en l'utilisant à chauffer un deuxième four dont la cuisson serait ensuite vite terminée. Ce serait, du reste, le genre de four qui permettrait d'employer les gazogènes de Benier, Taylor, Mendheim, Siemens et autres, utilisés déjà dans nombre d'industries.

C'est en nous basant sur ces considérations que, dès 1886, lors de l'exposition qui eut lieu à cette époque à Limoges, nous avions fait mettre au concours cette question des petits fours, qui fut alors l'objet d'essais arrêtés au premier insuccès. Depuis, la question a été reprise par la maison Théodore Haviland, où on a construit une batterie de six petits fours destinés à marcher à feu continu en utilisant la chaleur perdue.

Dans la même maison on construit actuellement un four au gaz, à feu continu, au sujet duquel il serait prématuré de donner des renseignements. Mais on ne doit pas moins louer l'initiative de cette maison, qui a déjà à son actif l'introduction des moufles à feu continu, et la féliciter de compenser ainsi avantageusement la prudence locale par les qualités de l'esprit américain.

II. — Décoration.

§ 1. — Procédés courants.

La question de la décoration de la porcelaine est d'une importance capitale et mérite, comme on va le voir, la plus sérieuse attention.

On sait déjà que les couleurs qui servent à orner les porcelaines sont des couleurs minérales, formées d'oxydes et sels métalliques qui résistent à des températures élevées. C'est ainsi qu'on obtient :

1° Les *bleus*, avec des silicates, borates et aluminates de cobalt;

2° Les *verts*, avec des silicates et borates de cuivre ou de l'oxyde de chrome ;

3° Les *jaunes*, avec de l'oxyde d'urane, de l'antimoniate et des chromates de plomb ;

4° Les *rouges*, avec du peroxyde de fer;

5° Les *roses* et *rubis*, avec du pourpre de Cassius modifié par du chlorure d'argent;

6° Les *gris*, avec du platine divisé ou certains mélanges de couleurs;

7° Les *bruns* et *marrons*, avec du manganèse en combinaisons variées;

8° Les *noirs*, avec de l'iridium et avec des mélanges de cobalt, fer, manganèse.

Parmi ces composés, ceux de cuivre, antimoine, plomb, argent, ne peuvent être employés que pour la décoration au feu de moufle, car ces corps sont réduits et volatilisés au feu de four. Le *pourpre de Cassius* lui-même disparaît en ne laissant qu'une faible teinte rose. On sait également que ces matières colorantes peuvent être appliquées de deux façons différentes à la décoration de la porcelaine.

D'après un premier procédé qui est, on peut dire, à peu près le seul employé jusqu'à ce jour, ces composés colorés sont mélangés ou fondus avec ce qu'on appelle du *fondant*, qui n'est autre chose qu'une sorte de cristal de composition appropriée à chaque couleur. Ce *fondant*, très fusible, est destiné à produire l'adhérence de la matière colorante avec la porcelaine et à lui communiquer le *vernis*.

Ces sortes de couleurs sont cuites dans des moufles à une température relativement basse (900 à 1.000°) comparativement à celle de la cuisson de la porcelaine et de la fusion de la couverte, et il en résulte que cette dernière ne se laisse pas pénétrer par la couleur, qui semble simplement rapportée sur la porcelaine et n'acquiert pas ce fondu qui seul fait le charme de la décoration céramique. De plus, la couverte de la porcelaine a un coefficient de dilatation supérieur à celui des cristaux qui sont la base des couleurs de moufle et cette différence de dilatabilité les fait écailler et fendiller lorsque ces couleurs sont employées un peu épaisses. Par conséquent, on ne peut les mettre en relief, comme les émaux chinois, par exemple, et on est obligé de les poser très minces, ce qui fait qu'elles glacent mal et qu'elles sont dépourvues de l'éclat que donne le vernis.

Ce mode de décoration de la porcelaine au feu de moufle présente d'autres inconvénients que le manque d'éclat, qui sont encore plus importants. Ces couleurs, composées de matière colorante incorporée à environ 80 °/₀ de cristal, sont assez facilement altérables, même lorsqu'elles sont cuites sur la porcelaine, et il en résulte qu'à l'usage elles ne tardent pas à être détériorées, ce qui défraîchit singulièrement le décor et atténue, dans une forte proportion, les qualités de dureté et d'inaltérabilité de cette poterie. On ne peut insister sur l'insalubrité qui résulte de la présence du plomb dans le cristal qui sert de fondant aux couleurs, car les parties colorées sont toujours très réduites; mais, si le consommateur ne court, par ce fait, que peu de risques, il n'en est pas de même des ouvriers et ouvrières qui manipulent ces couleurs, surtout à l'état de poudre sèche, lorsqu'il faut préparer les feuilles de chromo-lithographie qui

constituent le mode de décoration de beaucoup le plus employé aujourd'hui. C'est, en effet, la poudre de ce cristal toujours très plombifère, qui sert de base aux fondants des couleurs de moufle, qui a occasionné et occasionne encore des cas de saturnisme souvent mortels, assez fréquents chez les poudreuses. On risque d'absorber le plomb par les peintures, les étamages, l'eau, etc., etc.; et c'est un poison tellement actif qu'il importe de s'en préserver par tous les moyens, car nombre d'accidents qu'il provoque sont encore mal connus[1].

Il est cependant un autre mode d'emploi des matières colorantes qui ne présente aucun des inconvénients signalés; ce mode consiste à mélanger simplement ces oxydes et sels colorants avec de la pâte à porcelaine et à appliquer ces couleurs sur les pièces crues ou dégourdies et avant la mise en couverte, ce qui a fait donner à ce mode de décor le nom de *décoration sous émail*. Dans ce cas, le *glacé* est donné par la couverte qui recouvre la couleur, et, par conséquent, le décor possède les mêmes qualités de dureté et de salubrité que la porcelaine elle-même. Malheureusement, ce procédé offre d'autres inconvénients qui en limitent considérablement l'emploi. D'abord, les matières colorantes qui résistent à la température du feu de four sont restreintes à un très petit nombre; de plus, ces matières ne donnent qu'une gamme de tons tristes et sombres qui, malgré la vogue des tons neutres, ne satisfont pas les artistes, et encore moins le public ordinaire. En outre, dans la pratique, ce mode de décoration présente des difficultés qui le rendent presque impossible à employer industriellement: il oblige à opérer sur le dégourdi de la porcelaine, qui est d'une grande fragilité et, par conséquent, ne se prête que très difficilement à l'emploi de moyens de décoration mécaniques, tels que l'impression, par exemple. De plus, la porosité du dégourdi présente une grande difficulté de travail, qui n'est qu'atténuée par des subterfuges tels que l'*engommage*. Enfin, ce procédé comporte tous les risques de la fabrication augmentés d'un nouveau passage au *globe*. Aussi est-il très dispendieux, et, bien que connu et employé depuis 1848, il n'a jamais pu être appliqué qu'à la production de pièces d'exposition ou d'objets de grand luxe, et son avenir peut être considéré comme fermé.

[1] Ayant eu malheureusement de nombreuses occasions de reconnaître combien sont graves et fréquents les accidents occasionnés par ces couleurs, j'ai cherché à y remédier en supprimant complètement le plomb dans ces préparations et en le remplaçant par du bismuth, qui est absolument inoffensif. Seulement il faut créer ainsi toute une palette nouvelle et cela demande du temps, car il faut qu'elle soit aussi belle que la palette aux fondants à base de plomb, qui a été perfectionnée depuis plus d'un siècle. Cependant, j'espère qu'avant peu l'industrie pourra l'adopter.

On ne doit pas, du reste, s'étonner du peu de vivacité qui caractérise ces pâtes colorées, lorsqu'on sait qu'elles sont composées, presque toutes, de simples mélanges de pâte avec les matières colorantes. Les quelques couvertes colorées obtenues de la façon la plus primitive par le mélange avec la couverte des oxydes et sels colorants, ne donne aussi que peu de tons et ne représente qu'une faible ressource pour la décoration sous forme de fonds unis ou ombrés par des reliefs ménagés dans la pâte[1].

La porcelaine dure a donc le gros défaut de présenter des difficultés spéciales à la décoration aussi bien au feu de moufle qu'au feu de four; et cette imperfection du décor a une telle importance qu'elle est une cause de dépréciation sérieuse de la porcelaine dure malgré toutes les qualités et toute la supériorité du blanc. Telle est la raison de la guerre que lui ont déclarée les artistes, qui prétendent que la porcelaine dure est *impossible à décorer* et qu'il faut la changer en l'attendrissant pour lui faire mieux accepter le décor. En effet, en abaissant la température de cuisson de quelques centaines de degrés, certains composés minéraux, comme ceux de cuivre, d'or, etc., peuvent fournir des tons très éclatants; d'autres, qui sont décomposés au feu de four de porcelaine dure, résistent à une température inférieure; enfin, la couverte plus fusible permet l'incorporation des couleurs de moufle et la fusion intime de ces deux parties, fusion qui constitue le principal charme de la décoration céramique. Au contraire, avec la porcelaine dure, la grande différence de fusibilité entre la couverte et la couleur fait qu'il ne se produit qu'une juxtaposition de ces deux parties, juxtaposition sèche et sans agrément.

L'importance du sujet ressort d'une façon évidente de ce qui se fait à la Manufacture de Sèvres depuis une quinzaine d'années, ainsi qu'à la fabrique royale de Prusse de Carlottemburg. Il faut bien, en effet, que cette question de décoration soit considérée comme capitale, et les difficultés de décorer la porcelaine dure comme insurmontables, pour qu'on en soit arrivé à patronner l'abandon de cette porcelaine et à sacrifier même cette qualité de dureté qui, nous l'avons vu, est de première importance et représente le plus grand mérite de notre

[1] Si, en effet, on se reporte aux formules qui ont été données pour la pâte :

$$MO\ 3\,Al^2O^3\ 15\,SiO^2,$$

et pour la couverte :

$$MO\ Al^2O^3\ 9\ \text{à}\ 10\,SiO^2,$$

on comprend qu'en se bornant à ajouter des oxydes ou sels colorants à ces compositions, on obtiendra invariablement des silicates de tonalité régulière et généralement terne.

produit national. Or, nul n'ignore que toutes les nouvelles porcelaines sorties de ces manufactures en ces dernières années, sont précisément dans ce cas. Elles présentent, sans doute, de grandes facilités de décoration, mais elles ont perdu la qualité de résister à l'acier, si bien que les inventeurs eux-mêmes ont dû renoncer à les substituer à notre porcelaine dure pour les usages domestiques et qu'ils n'en préconisent l'emploi que restreint et limité aux articles de fantaisie. D'ailleurs, depuis longtemps déjà, ces articles colorés ne se faisaient guère plus qu'en faïence, la porcelaine dure n'ayant pu rivaliser d'éclat avec les couleurs de poteries tendres. Mais, à ce sujet, il est un point qu'il faut établir : c'est le peu d'importance de la production des porcelaines d'ornementation comparativement à celle de la porcelaine usuelle. On évalue à 43 millions de francs la production totale de la porcelaine à Paris, en Limousin, dans le Berry, en Champagne et dans les quelques petites fabriques disséminées sur différents points de notre territoire. Or, on peut admettre que, sur cette somme, une très petite partie seulement représente les articles de fantaisie, dont la fabrication — et c'est certainement un malheur — a été presque complètement abandonnée. C'est donc faire la part belle que d'admettre sur ce chiffre de 43 millions une proportion de 3 millions pour ces produits, alors que les 40 millions restant représentent la porcelaine appliquée aux objets usuels. Par conséquent, lorsqu'on s'inquiète uniquement de l'amélioration de ces quelques articles spéciaux, en laissant complètement dans l'oubli la grande masse de la production, on est à côté de la vérité et surtout à côté de l'utilité.

L'application la plus rationnelle et la plus importante de la porcelaine dure est évidemment le service de table, la platerie, la toilette et autres objets d'un usage journalier, pour lesquels la porcelaine dure a une supériorité incontestable de propreté et de salubrité. Ces produits doivent être lavés, frottés chaque jour sans subir aucune altération, comme cela arrive trop facilement lorsque ces articles sont décorés avec des couleurs de moufle. Voilà les objets qu'il faut trouver moyen de décorer en leur conservant toutes leurs qualités : tel est le problème qu'il faut résoudre et qui présente un intérêt autrement important que celui de la production de quelques objets d'étagère ou de fantaisie. Du reste, ce problème, une fois résolu, permettrait l'application de la décoration aux objets artistiques eux-mêmes. La question est donc extrêmement importante et, s'il est possible d'indiquer une solution satisfaisante, on pourra excuser l'auteur du présent article de parler ici de ses travaux personnels sur le sujet, travaux qui, bien que peu appliqués encore, ont été cependant consacrés par de nombreuses récompenses.

§ 2. — Progrès à réaliser.

Ce n'est pas, comme on le dit, la haute température de cuisson de la porcelaine qui détruit les tons vifs qu'on peut obtenir en combinant les oxydes et sels métalliques aux matériaux appropriés. Ces combinaisons sont d'ordre spécial et on peut s'en faire une idée nette d'après ce que produit l'oxyde de cobalt, qui est noir, mais qui, calciné avec de l'alumine, qui est blanche, donne du bleu; tandis qu'avec de la magnésie, également blanche, il donne du rose, et qu'enfin, avec de l'oxyde de zinc, blanc comme l'alumine et la magnésie, il produit du vert. L'oxyde de chrome est dans le même cas, donnant du rose avec les bases ci-dessus, des tons bruns avec d'autres, du vert-olive avec la silice, et enfin un très beau vert frais avec la glucine, ainsi que je l'ai démontré le premier. L'urane, le titane, le tungstène, le fer, le platine, le manganèse et nombre d'autres métaux fournissent des composés analogues, vifs de ton, et qui ne sont pas détruits par la chaleur, même à la température des fours à porcelaine. Presque tous ces produits, il est vrai, sont décomposés lorsqu'on les emploie à la décoration au feu de four par le procédé habituel d'application sous émail; mais cela tient d'abord à ce que ces matières colorantes sont simplement mélangées à de la pâte à porcelaine, suivant les formules connues, puis beaucoup à ce que ces produits, placés ainsi entre la pâte qui se ramollit et la couverte qui fond par-dessus, en les pénétrant, sont décomposés et transformés en silicates qui ont des tons ternes et dans lesquels les influences des bases incolores ont moins d'action sur la tonalité. J'ai donc pensé que, pour arriver à un résultat, il fallait changer la manière d'opérer et mettre les composés colorés à l'abri des influences de la pâte et de la couverte. Pour atteindre ce but, il suffirait de placer les couleurs sur la porcelaine déjà cuite. Sans doute il y aurait ainsi contact entre la couverte et la partie de la couleur qui serait appliquée dessus et même la pénétrerait; mais la partie supérieure resterait pure de tout mélange, et, dans ces conditions, on pourrait obtenir des produits très variés, très vifs, en faisant intervenir les composés nouveaux et en les engageant dans des combinaisons étudiées par des substitutions dans les formules de couvertes de composés de même fonction. Ces produits devaient avoir de plus la glaçure, la fusibilité et la dilatabilité voulues pour bien s'accorder avec la couverte sur laquelle ils devraient reposer et que même ils devraient pénétrer. Telles sont les bases sur lesquelles a été établie une palette de cou-

leurs cuisant au feu de four et douées de beaucoup de fraîcheur et de vivacité de ton.

Ce procédé présente encore d'autres avantages qui ont fini par être reconnus et appréciés par certains fabricants. D'abord, en opérant ainsi sur la porcelaine déjà cuite, on supprime toutes les difficultés spéciales que présente la décoration sur le dégourdi et on peut utiliser les moyens et procédés qu'on emploie habituellement pour le décor ordinaire au feu de moufle. De plus, on peut employer la porcelaine d'un choix inférieur, par suite de taches qu'on dissimule sous le décor; on peut même sauver certaines pièces dont les défectuosités peuvent disparaître par une seconde cuisson. Enfin, il est maintenant reconnu que les pièces décorées risquent beaucoup moins par ce procédé que lorsque la décoration est sous émail, attendu que cette porcelaine, déjà cuite et ayant déjà subi le retrait, n'éprouve plus d'altérations par une seconde cuisson.

On a reproché à ce procédé d'obliger à faire passer la porcelaine une seconde fois au four, mais on a fini par reconnaître que cet inconvénient est insignifiant puisqu'il ne représente, en somme, qu'une très faible différence de dépense entre le coût d'une deuxième cuisson au four et le prix d'une cuisson au grand feu de moufle, et que les avantages qu'il présente dans l'application sont, au contraire, considérables, Ce procédé de décor au feu de four, sur porcelaine déjà cuite, est, du reste, celui qui est employé pour les fonds *bleu de Sèvres*, mais il a été jusqu'à ce jour à peu près limité à la production des fonds. A la Manufacture de Sèvres on a également employé, dans les mêmes conditions, un fonds écaille dont l'usage a été très limité.

Mais la question qui se pose est celle de pouvoir faire la décoration polychrome avec netteté, et surtout avec éclat et vivacité de ton, puisque ce manque de tonalité est le principal reproche qu'on adresse à la décoration au feu de four, sur ou sous émail. Or, les couleurs, employées dans les conditions que je viens d'indiquer, sont douées, à un très haut degré, de cette qualité céramique qui produit la sympathie du dessous et du dessus, puisque, pendant cette seconde cuisson, elles fondent *avec* et on peut dire *dans* la couverte. Avec cela on obtient des tons très vifs en jaune, rose, rouge-pourpré, bleu, vert, marron, brun, qui n'ont plus du tout le caractère triste qu'on reproche à la décoration au feu de four. De plus, la pratique de ce genre de décor ne comporte aucune des difficultés de la décoration sous émail. Il est donc permis de déclarer que le problème de la décoration de la porcelaine dure au feu de four est complètement résolu industriellement par ce procédé, et cela non seulement sans attendrir la porcelaine, mais, au contraire, en employant des couleurs plus inaltérables, ayant elles-mêmes toutes les qualités de la porcelaine dure et qui sont tout à fait comparables aux pierres précieuses, dont elles se rapprochent par leur composition, par leur dureté et leur inaltérabilité. Elles ont encore l'avantage de pouvoir cuire dans les fours au charbon et de très bien s'harmoniser avec le blanc éclatant de la porcelaine dure, ce que ne font pas les couleurs de moufle.

Ce mode de décoration éprouve des difficultés à entrer dans la pratique surtout pour la raison suivante. Ces couleurs sont, on le comprend, essentiellement différentes des couleurs de moufle à base de fondants plombeux, en particulier au point de vue de la densité. Elles sont aussi beaucoup plus variées entre elles par leur composition à éléments très différents. Il en résulte qu'elles exigent un apprentissage spécial, ne fût-ce que pour apprendre à quelle épaisseur chacune d'elles demande à être employée. Or, il est très difficile d'obtenir des décorateurs l'étude persévérante que cela comporte. On veut employer ces couleurs comme celles de moufle et on se laisse décourager si on ne réussit pas du premier coup.

Pour la cuisson, on n'est pas habitué à cuire des couleurs dans les fours, et les enfourneurs auraient besoin d'apprendre à connaître la place qui convient avec encore plus de soin que les moufletiers, qui opèrent dans des appareils cent fois plus petits.

Tout cela exigerait de la volonté et de la persévérance, et comme ce mode de décoration n'est pas demandé par le public, qui l'ignore, ainsi que tous les avantages qu'il présente par sa solidité, sa salubrité, etc., le seul amour du progrès n'est pas suffisant pour faire soutenir l'effort qui serait nécessaire pour implanter dans la pratique ce mode de décoration. — C'est ce qui explique la réussite de ce genre de décor dans quelques maisons où les patrons ont pris la chose à cœur, comme dans les fabriques Boisbertrand, Theilloud et Dorat, et Alluand. Quelques autres cherchent à adopter ce système de décoration au moyen de la chromolithographie. Enfin, il est bien certain que c'est le mode de décoration de la porcelaine qui s'imposera et le seul auquel est réservé l'avenir, car il réalise le plus grand progrès.

§ 3. — Dorure.

La dorure sur la porcelaine dure est particulièrement belle et vibrante. Elle est obtenue de diverses façons qui donnent des résultats différents. Pour les articles communs, on emploie ce qu'on appelle l'or brillant, qui est une préparation à base de baume de soufre, dans laquelle l'or est incorporé, et qui est délayée dans des liquides dis-

solvants, comme l'essence de lavande, de façon à former une solution sirupeuse à la consistance requise pour l'emploi. Cette solution, appliquée directement sur la porcelaine, est séchée et cuite au feu de moufle, après lequel la dorure sort brillante et sans autre préparation à subir.

Dans les autres procédés, l'or est employé à l'état métallique, en poudre, résultant d'une précipitation par réduction, qui peut être produite par le sulfate ferreux ou par l'azotate mercureux. La poudre obtenue est bien lavée, puis broyée à l'eau et à l'essence, et employée délayée à l'essence grasse comme à l'ordinaire.

Le sulfate ferreux donne un or plus dense qui, par conséquent, à l'application, est plus épais et produit une dorure plus solide, d'autant plus qu'elle exige un feu plus élevé pour cuire; mais, en revanche, avec elle une quantité d'or déterminée ne permet de faire que beaucoup moins d'ouvrage (il *tire* moins, suivant l'expression consacrée); aussi cette dorure est-elle notablement plus chère que la dorure ordinaire à l'azotate mercureux, de beaucoup la plus employée.

Au moyen de la précipitation par l'azotate mercureux, le précipité d'or est plus ténu et, par conséquent, permet de dorer une plus grande quantité d'objets avec une dose donnée d'or. Pour faire adhérer cet or à la porcelaine, on le mélange à de l'oxyde de bismuth, qui attaque très vivement les silicates de la couverte et produit l'adhérence. Cette dorure est donc très solide et on peut la brunir à l'agate au sortir des moufles, car elle est alors terne et mate, mais cette résistance au frottement n'empêche pas l'humidité d'avoir une action très vive et, de ce fait, cette dorure n'est malheureusement pas résistante à l'usage.

TROISIÈME PARTIE :

CONDITIONS SCIENTIFIQUES, ÉCONOMIQUES ET SOCIALES DE LA PRODUCTION

L'industrie de la porcelaine était restée à l'état primitif jusqu'à ces dernières années : l'extraction de la terre, sauf dans deux ou trois exploitations nouvelles, se fait encore de la façon la plus élémentaire ainsi que la préparation des pâtes. Cependant, dans ces derniers temps, des modifications très grandes ont été apportées à la fabrication par le façonnnage mécanique et par le coulage. Le perfectionnement des fours a aussi réalisé une amélioration notable et, enfin, l'application de la chromolithographie a effectué un progrès très important pour la décoration. Mais que de choses encore à faire! Quel champ pour l'initiative des fabricants, s'ils voulaient *aller de l'avant*, soit en particulier, soit collectivement, ce qui vaudrait encore mieux, au moyen de leur syndicat, s'ils voulaient faire vraiment des sacrifices pour l'étude de certaines questions!

C'est, en effet, par suite d'un faux raisonnement que, dans cette industrie, on compte sur la Manufacture de Sèvres pour résoudre les problèmes industriels, car l'État ne peut entretenir, à ses frais, des manufactures de recherches pour les industries. Celle de Sèvres a toujours eu pour but spécial de produire des objets d'art, pour maintenir le bon renom de l'industrie française, objets, du reste, qui servent à faire des cadeaux nationaux, indispensables sous tous les régimes.

Mais, pour la porcelaine, — comme pour la faïence, la métallurgie, la verrerie, les tissus, teintures et toutes les industries, en somme, — il faut que ce soient les manufacturiers eux-mêmes qui fassent les efforts dont, mieux que personne, du reste, ils devraient connaître la direction au point de vue de l'intérêt et de l'utilité.

I. — Recherches sur la pate et la couverte.

Les recherches devraient avoir d'abord pour objet la composition de la pâte, qui se fait encore par le simple mélange de produits du sol, sans formule arrêtée, alors que cette composition devrait correspondre à une formule fixe. Si cette manière d'opérer a pu se maintenir, cela tient à la régularité de composition des carrières dans lesquelles on extrait tous ces matériaux. Cependant, les travaux si remarquables des Bischoff, Séger et H. Le Chatelier sur les argiles pourraient, dans l'industrie qui nous occupe, être appliqués avec avantage.

On peut signaler une mesure très simple, qui améliorerait la fabrication d'une façon notable : ce serait de faire subir aux pâtes des modifications de composition en rapport avec les objets à fabriquer, en faisant varier, par exemple, la proportion de l'alumine dans la formule donnée ci-dessus.

Actuellement, on n'emploie dans les fabriques que deux sortes de pâtes : l'une, dite *pâte ordinaire*, pour les objets courants, et l'autre, désignée sous le nom de *pâte blanche*, destinée à la fabrication des objets de luxe; la différence entre ces deux pâtes réside surtout dans la blancheur et la pureté des matériaux qui les composent. Cependant, on faciliterait singulièrement la fabrication de certains articles en modifiant dans les pâtes la fusibilité, la solidité et le retrait; et, comme exemple, on pourrait ainsi beaucoup aider à la production

de la porcelaine *architecturale*, qu'on ne peut réussir avec les pâtes ordinaires.

Pour la couverte, il serait déplorable de diminuer sa dureté, puisque nous avons vu que c'est la qualité qui représente la principale supériorité de la porcelaine française; mais on pourrait cependant lui donner une glaçure plus limpide et se rapprochant davantage de celle de l'ancienne porcelaine tendre de Sèvres.

Il faudrait aussi lui donner une dilatabilité qui se rapprochât de celle des couleurs et émaux de moufle, ce qui faciliterait l'application des émaux en épaisseur.

Les travaux de MM. H. Le Chatelier et Emilio Damour sur la dilatabilité des pâtes et couvertes seraient d'un grand secours pour établir des compositions rationnelles.

II. — Examen physique et chimique du combustible.

Le combustible devrait être étudié au point de vue de sa pureté (absence de pyrites) et à celui de son pouvoir calorifique, car, à l'heure actuelle, on achète le charbon sans aucun contrôle, et c'est seulement par l'usage qu'on s'aperçoit de l'insuffisance ou des défauts d'une houille ou d'une briquette.

Il y aurait la plus grande utilité à étudier les gazogènes déjà connus, ou même à provoquer des recherches dans cette voie, que nombre d'ingénieurs désirent aborder. On pourrait ainsi résoudre du même coup la question de la cuisson au gaz et celle de la cuisson à feu continu.

Il serait pour la cuisson d'une très grande utilité d'employer les pyromètres, et en particulier celui de M. H. Le Chatelier, qui a fait ses preuves dans diverses industries, auxquelles il a rendu de très grands services, et qui permettrait, tout au moins, un contrôle de cette opération, qui est capitale dans la fabrication, et qui est actuellement complètement abandonnée à des *enfourneurs* qui n'ont d'autre guide que la pratique.

Comme on le voit, c'est sur presque toutes les opérations que comporte la fabrication de la porcelaine qu'il y a des perfectionnements de grande importance à réaliser, et il importe qu'on se mette à l'œuvre sans retard, car il est impossible de continuer la manière de faire actuelle. Il est tout à fait inadmissible, en effet, que les pâtes et couvertes continuent à être préparées d'une façon aussi primitive, et que le fabricant de porcelaine ignore le plus souvent la composition des matériaux qu'il emploie, alors qu'il faudrait adapter la pâte aux objets à fabriquer. Il faut absolument que le contrôle de la cuisson devienne plus sérieux et qu'on diminue l'énorme déperdition de chaleur qui se fait actuellement.

Toutes les autres industries du feu sont devenues scientifiques en adoptant les méthodes de laboratoire pour réduire les pertes au minimum et pour assurer la régularité de leur fabrication; il faut que l'industrie de la porcelaine se décide à entrer dans cette voie, car, dans peu de temps, il pourrait être trop tard[1].

III. — Rôle du dessin.

Au point de vue artistique, la porcelaine française, malgré la défectuosité de la décoration au feu de moufle, tient cependant une place honorable dans la Céramique appliquée aux objets usuels, grâce surtout à l'initiative de la maison Haviland, qui demande ses modèles de formes et de dessin à des artistes de grand mérite.

Il est indispensable qu'on fasse des efforts sérieux pour réaliser tous les progrès possibles dans cette voie, car la nécessité où nous sommes de vendre plus cher que nos concurrents étrangers nous met dans l'obligation de produire meilleur et plus beau.

A Limoges, on a le grand avantage d'avoir une *École nationale d'Art décoratif*, qui peut produire tous les sujets nécessaires comme modeleurs et comme dessinateurs. Malheureusement, les fabricants l'ont, pour ainsi dire, en suspicion, et n'en tirent pas, à beaucoup près, tous les avantages qu'elle pourrait leur rendre. Envisageant la question à un point de vue trop terre à terre, ils voudraient qu'elle fût une sorte d'école d'apprentissage où ils trouveraient des sujets dressés d'avance à l'entraînement commercial et pouvant leur rendre des services immédiats. Cependant, en examinant les choses avec impartialité, ils devraient comprendre que ce n'est pas le rôle d'une école de l'État; et, du reste, ils peuvent constater que presque tous ceux qui arrivent à s'imposer, comme chefs d'atelier ou comme sujets marquants, sortent de cette École, qui exerce ainsi une influence plus heureuse et beaucoup plus étendue qu'on ne le dit. Grâce à elle, on aurait pu développer le côté artistique dans des conditions exceptionnelles, en faisant venir chaque année, rien que pendant un petit nombre de jours, un des grands artistes de l'École de Paris, qui aurait pu être alternativement un professeur d'Architecture, de Sculpture ou de Peinture. Ces artistes pourraient, dans une série de conférences, donner, tour à tour, un enseignement très profitable à la généralité des fabri-

[1] Ce cri d'alarme ne paraîtra pas exagéré lorsqu'on saura que, si on consultait les registres des cours de Chimie qui ont été professés à Limoges par différents professeurs, registres sur lesquels les auditeurs doivent se faire inscrire, on serait certainement étonné de la peine qu'on aurait à y trouver des noms de céramistes.

cants, des directeurs, et même aux peintres ordinaires, qui certainement les suivraient, *si l'exemple leur était donné de haut*. L'épreuve, nous le savons, a été tentée, et même avec persévérance, de la part des Maîtres, car M. de la Roque, l'éminent architecte, professeur à l'*Ecole d'Art décoratif de Paris*, est venu faire, à plusieurs reprises, des conférences à Limoges, mais sans trouver le succès qu'il méritait, par suite de l'indifférence regrettable de ceux pour lesquels ces conférences avaient été organisées. M. Léon Vidal, le très distingué et très dévoué vulgarisateur des différents procédés de reproduction mécanique, a également fait un certain nombre de leçons, mais il a dû y renoncer, découragé par l'abandon des principaux intéressés. Il serait certainement dangereux, pour ceux-ci, de persister dans cette manière de faire, et les fabricants doivent se pénétrer de leur responsabilité et des devoirs que leur impose la conservation d'une industrie qui est, on peut dire, la principale ressource du pays, et dont l'avenir intéresse toute la population. Puisqu'il est malheureusement certain que le Limousin est, pour beaucoup de raisons, dans de mauvaises conditions économiques de production de la porcelaine, c'est bien le moins qu'on ne néglige pas les avantages qui peuvent servir de compensation, et au premier rang desquels il faut placer toutes les ressources que peut fournir l'*Ecole nationale d'Art décoratif*, qui a, du reste, donné de nombreuses preuves de la qualité de son enseignement dans les concours et les expositions. Il est donc bien permis de regretter que des moyens d'action aussi précieux soient ainsi délaissés par ceux qui pourraient le mieux en profiter.

IV. — Situation économique.

Les qualités de premier ordre qui constituent la supériorité de la porcelaine française sur tous les produits similaires devraient assurer le développement sans limite de cette fabrication et on pourrait avoir pleine confiance dans l'avenir de cette industrie s'il n'y avait pas lieu de s'inquiéter, à son sujet, de la crise sociale que nous traversons et qui menace de ruiner toute l'industrie française. Le péril auquel nous faisons allusion a déjà été exposé dans la *Revue générale des Sciences* à l'occasion des études publiées sur les différentes industries. La fabrication de la porcelaine dure se trouve dans des conditions spéciales qu'il convient d'indiquer, les conséquences de la crise actuelle pouvant être particulièrement graves.

Il faut, en effet, évaluer à plus de la moitié de la production l'exportation de la porcelaine; les Etats-Unis, à eux seuls, en absorbent plus d'un tiers, grâce à la marque Haviland. Or, nous nous trouvons, sur les marchés étrangers, en concurrence avec des adversaires particulièrement redoutables et auxquels on ne songe pas assez.

Ce sont d'abord les Allemands qui, depuis 1870, nous font une guerre industrielle sans merci et qui produisent, en quantité considérable, une porcelaine un peu moins dure et moins belle, mais à des prix bien inférieurs, ce qui lui fait donner la préférence pour beaucoup d'articles.

Mais nous sommes menacés d'un danger bien plus grand, dont on ne se préoccupe pas encore et qui, brusquement, demain, nous fera peut-être un tort considérable. Ce péril vient du Japon, qui est déjà entré dans la lutte industrielle avec une énergie remarquable et qui peut, très vite, nous supplanter, au moins sur les marchés d'Amérique. La Chine elle-même semble secouer sa torpeur et vouloir entrer dans la lice. Or, il faut tenir compte que, dans ces pays, tout est à bon marché et que les ouvriers, très habiles, travaillent avec ardeur pour quelques sous par jour. Avec cela leur éducation artistique est extrêmement avancée, et, en Céramique, ils sont encore nos maîtres pour certains procédés de fabrication. Ils commencent à s'occuper sérieusement des débouchés extérieurs, et il est évident que plus sera grande la différence entre leurs prix et les nôtres, plus vite ils nous supplanteront sur les marchés étrangers. Dans ces conditions il est certain que la division entre ceux qui devraient défendre cette magnifique industrie devient criminelle, d'autant plus que l'antagonisme aigu qui a été créé entre les patrons et les ouvriers porcelainiers provient presque uniquement de dissentiments factices. N'y a-t-il pas lieu d'être étonné lorsqu'on voit avec quelle facilité on fait crier : *A bas le capital!* et : *A bas les patrons!* par des ouvriers qui gagnent 5 ou 6 francs et plus par jour, alors que, sans ce capital et ces patrons, ils seraient obligés d'aller travailler les champs dans des conditions bien inférieures? La chose semble encore plus extraordinaire lorsqu'il s'agit d'un produit comme la porcelaine, qui doit évidemment être classé parmi les objets de luxe dont la consommation serait vite arrêtée par la disparition des fortunes et le nivellement social qu'on réclame.

Il ne saurait ici être question, on le comprend, de prendre parti dans un débat d'ordre politique; c'est le seul souci de conserver cette industrie au pays qui doit nous inspirer, car elle fait vivre, rien qu'en Limousin, plus de 20.000 personnes. A ce point de vue, de grands devoirs incombent tout particulièrement aux patrons : ce sont eux qui devraient toujours être les promoteurs des réformes justes. Ils auraient peut-être été mieux ins-

pirés en n'attendant pas une grève pour accorder aux manœuvres une petite augmentation, qui n'a pas une grande importance, et qui est, en somme, assez justifiée, de même qu'il pourrait être avantageux de ne pas attendre une nouvelle crise pour régulariser certains tarifs de façonnage pour lesquels un ancien préjugé fait encore maintenir des différences choquantes.

V. — Conditions sociales du travail.

Mais les ouvriers se croient-ils justes et habiles en déclarant cette guerre acharnée aux patrons? Ne voient-ils pas qu'en somme, ces patrons, qu'on leur représente comme des parasites, vivant de leur travail, ils pourraient, au contraire, les considérer comme leurs employés à eux? Ne faut-il pas que ces patrons aillent chercher les commandes pour les occuper, assumant toute la responsabilité, obligés de veiller à tout et de tout diriger à leurs risques et périls, car ces bénéfices à propos desquels on leur débite tant d'exagérations, les patrons ne les ont que lorsque tout est payé et à la condition qu'ils soient en excédent, ce qui n'arrive pas toujours. Tel grand fabricant, très intelligent, très bon administrateur, fait de beaux inventaires, mais c'est à la condition d'aller chercher au loin et de trouver de l'ouvrage pour ses ouvriers pour une somme de huit à dix fois supérieure à celle de ses bénéfices. Est-il donc raisonnable de considérer comme un parasite cet homme auquel on doit, dans une très grande mesure, le maintien de la fabrication de la porcelaine en Limousin? Et les ouvriers qui vivent de cette industrie et qui travaillent chez lui le croient-ils inutile et voudraient-ils le voir remplacé par un de ces grands orateurs qui leur prêchent la guerre sociale et qui cachent leurs utopies sous des fleurs de rhétorique? Si les ouvriers sont déraisonnables dans l'établissement des prix de façon, ne voient-ils donc pas qu'en dehors du danger général que cela fait courir à l'avenir de l'industrie, il en résulte pour eux un risque immédiat de perdre leur travail? N'ont-ils donc pas compris que les difficultés avec les ouvriers sont les causes qui déterminent le plus sûrement les patrons à s'outiller mécaniquement? Ne s'aperçoivent-ils donc pas que leurs exigences contribuent à donner une grande impulsion au *coulage* qui peut être pratiqué par le premier venu et qui permet de se passer d'eux?

Enfin, bien que cela puisse sembler une naïveté, on peut croire qu'il n'est pas inutile de leur expliquer qu'en somme, lorsqu'ils entravent l'industrie par haine des patrons, ils en souffrent eux-mêmes bien plus que les fabricants dont les bénéfices ne sauraient être comparés à leurs salaires. Dans tous les cas, tout le monde devrait comprendre les dangers de cette situation, car il est impossible de défendre l'industrie sans l'union complète de ceux qui y travaillent comme producteurs ou comme vendeurs. Ces derniers, en effet, ont absolument besoin de sécurité et de confiance dans le lendemain pour chercher des débouchés et prendre des commissions sans les restrictions qu'inspirent forcément les menaces de grève.

Sans doute, il faut que les patrons soient raisonnables de leur côté, et on doit pouvoir espérer qu'ils ne se solidariseraient pas avec celui d'entre eux qui voudrait exploiter les ouvriers. Mais ceux-ci devraient également comprendre que le rôle des patrons n'est pas aussi insignifiant qu'on le dit.

Ils en ont un exemple absolument remarquable dans ce qui se passe à la verrerie ouvrière d'Albi. N'est-il pas étrange, en effet, que le formidable effort qui a été fait pour cette entreprise n'ait pas abouti à un meilleur résultat? Toute cette force du prolétariat mise en mouvement, tous ces syndicats, toutes ces sociétés coopératives de consommation, toute cette puissance réunie n'a pas suffi à soutenir cette fabrique qui, cependant, est de petite importance. Est-il sérieux d'accuser quelques mauvaises volontés d'avoir annihilé tous ces efforts et de se plaindre d'avoir rencontré de la concurrence, surtout lorsqu'il s'agit d'un produit pour lequel notre industrie se défend mal contre la concurrence belge?

Est-ce que cela ne démontre pas tout ce qu'a à faire un patron placé dans les mêmes conditions et privé de tous ces concours?

Cet exemple n'a-t-il pas fait aussi réfléchir les ouvriers sur l'obligation d'une règle dans la conduite d'une affaire et l'impossibilité de laisser à chacun la liberté d'agir à sa guise, sans règlement? Enfin, l'intérêt général est le seul en jeu ici, et si les ouvriers pensent que les bénéfices de direction sont trop élevés, ils ont un moyen simple de les garder : c'est de fonder une coopérative de production, qui serait aussi facile à constituer pour la fabrication de la porcelaine que pour la verrerie, car on pourrait aisément trouver une fabrique à louer, et, avec la cuisson au charbon, il faut beaucoup moins de capitaux qu'à l'époque de l'*association*, où la cuisson se faisait au bois. En cas de succès en petit, les ouvriers peuvent être certains que les capitalistes ne leur refuseraient pas leur argent, car tous les gens de cœur applaudiraient à leur succès et, en somme, la seule chose qui importe, c'est que l'industrie ne se déplace pas et qu'elle continue d'assurer leurs salaires à tous les travailleurs qui vivent d'elle actuellement.

E. Peyrusson,
Professeur de Chimie industrielle
à l'Ecole nationale d'Art décoratif
de Limoges.

LA FAUNE SOUTERRAINE

La faune souterraine n'a attiré que depuis peu de temps l'attention des biologistes. Les anciens naturalistes semblent ne s'en être pas préoccupés. Cependant, en 1768, Laurenti, dans son *Synopsis Reptilium emendata*, décrivait un singulier animal trouvé par lui dans une grotte de Carniole, le *Proteus sanguineus*, et signalait quelques-uns des caractères les plus remarquables de ce batracien. On sait aujourd'hui que ce Protée, une fois adapté à la vie cavernicole, paraît aveugle et tout décoloré : en réalité, ses yeux subsistent, mais très réduits et cachés sous la peau; en outre, celle-ci, de noirâtre qu'elle était au jour, n'offre plus, après adaptation aux ténèbres, qu'une teinte blanc-rosé.

Jusqu'à une date dont à peine trente années nous séparent, c'est à des faits de cette sorte, recueillis *passim* et non coordonnés, que se bornèrent, en matière de faune souterraine, les observations des zoologistes. Si quelques-uns, s'aventurant parfois dans les cavernes, en rapportaient des êtres curieux, l'intérêt qu'ils y attachaient était surtout d'enrichir de sujets rares le groupe d'animaux dont ils faisaient collection. Des souterrains célèbres, notamment aux États-Unis, en Autriche et dans les Pyrénées, furent dans ce but l'objet de fructueuses explorations; mais c'étaient là plaisirs d'amateurs isolés. L'intérêt philosophique d'observations sur les organismes cavernicoles n'apparut qu'après la victoire de Darwin, au moment où la doctrine transformiste, qui devait révolutionner les sciences naturelles, commença à se vulgariser.

Fig. 1. — *Cascade extérieure de la grotte de Baume-les-Messieurs (Jura).*

Depuis lors, beaucoup de bons esprits ont cherché à éclairer par l'étude de la faune souterraine le grand problème de l'adaptation des formes vivantes au milieu physique qui les entoure. On a reconnu, en effet, que beaucoup d'animaux découverts dans la profondeur des cavernes appartiennent à des espèces représentées *sous un tout autre aspect* à la surface du sol, et l'on a pu, au moins en certains cas, suivre diverses phases de la transformation que subissent peu à peu les générations à mesure que, s'éloignant du grand jour, elles s'accommodent progressivement à une obscurité croissante pour arriver à l'absence complète de lumière.

Parmi les savants qui, par leurs trouvailles, ont le plus préparé la voie aux études de ce genre, il n'est que juste de citer: Lucante, Lucas, Abeille de Perrin, F. de Saulcy, Piochard de la Brulerie, Eugène Simon, Bédel et Martel, pour la France; Packard, Tellkampf, pour l'Amérique; Schiödte, Schmidt et Joseph, pour l'Europe Centrale. Et, quant aux zoologistes qui se sont livrés à l'observation systématique des animaux cavernicoles en vue d'une étude d'ensemble sur l'influence du milieu, il convient de citer surtout le regretté Georges Pouchet, M. R. Moniez, professeur à la Faculté de Médecine de Lille, et M. Otto Hamann, professeur à l'Université d'Iéna.

Nous nous sommes efforcé, pour notre part, d'apporter à la discussion du sujet quelques éléments nouveaux. Comme il n'est pas encore possible de dégager des monographies publiées sur la question tout l'enseignement qu'elles comportent, on nous excusera si, dans l'exposé qui va

suivre, nous nous appuyons principalement sur nos travaux personnels[1]. Nous les avons faits surtout dans les catacombes de Paris[2], dans quelques souterrains des environs, et dans des cavernes du Jura, du Plateau Central et des Pyrénées[3]. Aux animaux que nous avons trouvés, nous avons eu soin de comparer ceux qu'ont bien voulu rapporter à notre intention, des cavernes du Plateau Central, M. le Professeur Lannelongue et M. Martel; de celles de l'Ardèche, M. le Dr Raymond, et qu'a bien voulu étudier M. Argod Valon; du Lot, des Baléares et du Montserrat, l'intrépide spéléologiste M. Martel.

I. — Variété des habitants des cavernes.

Lorsqu'on pénètre dans une grotte, on est sou-

Fig. 2. — *Entrée de la grotte de Baume-les-Messieurs (Jura).*

vent importuné, à l'entrée, par le vol des chauves-souris et des mouches; mais bientôt, pour peu que l'antre soit profond, on n'y aperçoit plus rien, et, — si l'on est poète, — il semble qu'on s'aventure dans l' « empire de la Mort ». Nul bruit autre que celui de l'eau qui ruisselle et semble le murmure d'une foule lointaine, nul mouvement ne viennent rappeler l'agitation du dehors. Il ne faut cependant pas un examen bien long pour reconnaître que, là comme sur terre, la vie pullule : de nombreuses espèces animales s'y ébattent et s'y reproduisent, malgré une absolue et constante obscurité. L'explorateur ne peut se défendre de cet étonnement naïf que les ténèbres qui ralentissent sa marche ne gênent en rien les ébats des nombreux Staphylins qui courent sur le sol, la stratégie des Araignées qui, embusquées dans leurs toiles, guettent dans la nuit, du haut des voûtes, les Coléoptères, les petites mouches dont elles feront leur pâture. Des Myriapodes, des Thysanoures aux formes étranges serpentent ou sautent çà et là : Iules et

Fig. 3. — *Intérieur de la grotte de Montmahoux (Jura).*

Polydesmides (fig. 4), rongeant quelque débris de bois, Podurelles semblables à de petites puces blanches, Campodes aux longues soies, Pseudoscorpions (fig. 5), sont hôtes ordinaires de ces sombres demeures.

[1] M. Hamann a fait paraître, l'an dernier, sur les animaux des cavernes, un travail considérable, à l'importance duquel il n'est que juste de rendre hommage (*Europäische Höhlenfauna. Eine Darstellung der inden Hohlen Europas lebende Thierwelt*, Iena, 1896). Malgré tout l'intérêt de cette savante publication, nous ne lui ferons que peu d'emprunts, désirant nous en tenir le plus possible aux faits que nous avons pu observer de nos yeux.

[2] Quelques amis ont bien voulu m'aider dans l'exploration minutieuse des catacombes de Paris. A l'étranger, MM. Appelbeck (cavernes de la Bosnie : van Beneden (Belgique), Carpenter (Irlande); Gestro (Italie), Parker, Rotter, Kraus, etc.

[3] Ces recherches ont porté sur plusieurs régions en 1894, 1895, 1896 et 1897. Dans le Jura, je citerai les grottes de Baume-les-Messieurs (fig. 1 et 2), près Lons-le-Saunier, d'Arbois, des Nans, d'Osselles, des sources du Dessoubre, de Montmahoux (fig. 3), d'Arlay, etc.; dans le Plateau Central et les Cévennes, le beau Puits de Padirac, découvert par Martel, et qui va sans doute être rendu accessible aux touristes cet été même, Dargilan, le Tindoul de la Vayssière, Bramabiau, Lautaret près Vals-les-Bains, le Bois de Païolive, l'aven Armand, le plus beau gouffre de France, découvert cette année même; dans les Pyrénées, Betharran, Labastide, etc.; enfin les catacombes de Paris et les souterrains-refuges de Naours (Somme). J'adresserai ici mes remerciements à tous les collaborateurs qui m'ont aidé dans mes recherches : MM. Edmond Renauld, G. de Roton, Martel, Dr Raymond, Dr Chevrot, Küss, Guerillot, E. Parisot, L. Memain, abbé Danicourt, Campan, Ritter, Besques, Dollfus, E. Simon, E. Chevreux, Bröllmann.

Non moins intense est la vie dans les eaux : si, parmi les cavernicoles, le nombre des espèces aquatiques est moindre, chacune est représentée par des multitudes d'individus. De pâles Crevettines forment, en général, le fond de cette population; c'est plaisir de les voir ramper sur le côté au contact du roc ou s'élancer brusquement de la profondeur à la surface du rivulet. A défaut des algues microscopiques dont elles se nourrissent quand ces menues plantes trouvent à se développer dans l'argile du lit, les Crevettines dévorent les petits *Asellus* blancs qui pullulent en certaines eaux, où ils vivent de Copépodes aveugles, qui, eux-mêmes, font leurs délices des Infusoires, en général très abondants dans les ruisseaux souterrains.

On voit que ce sont les Invertébrés qui dominent dans les cavernes. Les Vertébrés n'y sont représentés que bien rarement et seulement par leurs

Fig. 4. — *Polydesmide des souterrains-refuges de Naours.* — A, antennes; T, segment céphalique; P, poils tactiles. (Longueur : 15 millimètres.)

formes inférieures : en Amérique, notamment, d'après Packard, dans les grottes du Kentucky, de l'Indiana, de Californie et de Cuba, on a trouvé des poissons de petites dimensions, blancs et aveugles. Cette classe d'êtres n'est pas représentée dans les cavernes d'Europe. Elle existerait, suivant le même auteur, dans quelques grottes d'Asie et d'Afrique. Dans une classe voisine, celle des Batraciens, on ne connaît guère que deux cavernicoles : une Cœcilie et le Protée de la Carniole, dont nous avons parlé au début de cet article et qui existerait aussi en Crimée.

Cette rareté des Vertébrés, cette absence complète des Vertébrés supérieurs dans les souterrains, s'explique sans doute par l'absence, en de telles demeures, de nourriture végétale. C'est seulement, en effet, au bord des grottes, non dans la profondeur, que se montrent les plantes phanérogames et même les cryptogames vasculaires; si les spores de ces dernières, transportées par les Insectes et les Myriapodes, germent parfois dans les cavernes, le développement du végétal ne s'y achève pas. La quantité de matière nutritive ainsi offerte aux animaux cavernicoles est insignifiante. Les Champignons mêmes ne trouvent pas, en ces parages, d'aliments suffisants pour évoluer : ils demeurent toujours rares dans les grottes, du moins à quelque distance de l'entrée.

Cette extrême rareté, souvent cette complète absence de nourriture végétale dans les souterrains posent au biologiste un problème bien curieux : celui du cycle de la vie dans les cavernes. Comment et par quels êtres se trouve ramenée à l'acide carbonique, à l'ammoniaque et à l'eau la substance des animaux cavernicoles, et comment se fait, en l'absence de toute lumière et de chlorophylle, la synthèse de la matière organique? C'est là une

Fig. 5. — *Pseudo-scorpion des souterrains du Muséum de Paris.* — *A*, *a*, appendices buccaux; *Ch*, chélicères; *P*, poils tactiles. (Longueur : 8 millimètres.)

grosse question de philosophie naturelle, à la solution de laquelle l'étude de la faune souterraine promet sans doute de contribuer. Il serait prématuré, disons même impossible, de l'aborder aujourd'hui. Pour cette raison, nous ne nous occuperons, dans cette étude, que des animaux.

Il est remarquable que ces habitants des souterrains, quel que soit le groupe zoologique auquel ils se rapportent, présentent tous une sorte de physionomie commune : l'aspect *sui generis* d'organismes cavernicoles. Nous considérerons tout d'abord leurs caractères, puis nous les comparerons aux formes *intermédiaires* exposées à des degrés divers d'obscurité.

II. — Cavernicoles totalement soustraits a la lumière.

En général, l'obscurité produit la dépigmentation de la peau, entraîne la disparition des organes

de la vision, mais développe, au contraire, à un très haut degré certains sens, notamment le toucher.

§ 1. — **Coloration du tégument.**

La dépigmentation du système cutané, bien que très fréquente chez les cavernicoles, varie énormément d'intensité suivant la classe d'êtres considérée, et l'on ne peut même pas affirmer qu'elle soit absolument constante. D'après M. Eug. Simon, l'un des plus sagaces observateurs des Arachnides, ces animaux semblent conserver presque indéfiniment leur morphologie et leurs couleurs pendant des séries de générations écoulées dans l'obscurité (fig. 6) : les Araignées des chambres intérieures des pyramides d'Égypte ne se sont, pour ainsi dire, pas modifiées depuis l'époque des Pharaons, et ce n'est que dans les grottes extrêmement anciennes qu'on les trouve altérées par l'obscurité. Il semble qu'il en soit de même, quoique à un moindre degré, des Myriapodes et des Coléoptères. Parmi les Coléoptères de la belle collection des Insectes cavernicoles du Muséum, et parmi ceux que j'ai recueillis, je n'en ai point trouvé un seul qui fût décoloré complètement.

Chez tous les autres animaux, on peut dire que la coloration de la peau est une très rare exception. La dépigmentation manifeste une intensité extrême chez les Crustacés : dans les catacombes de Paris, dans les souterrains profonds, même dans de vieilles caves, on trouve ces animaux tout décolorés. Si l'on s'en empare et qu'on les fasse vivre à la lumière, on constate leur retour partiel à leur ancien type. Ce retour est parfois d'une rapidité surprenante : c'est ainsi qu'un amphipode, le *Niphargus Virei* Chevr. (fig. 7), espèce cavernicole complètement incolore, a manifesté sous mes yeux, après *un mois* d'exposition à la lumière, des repigmentations partielles.

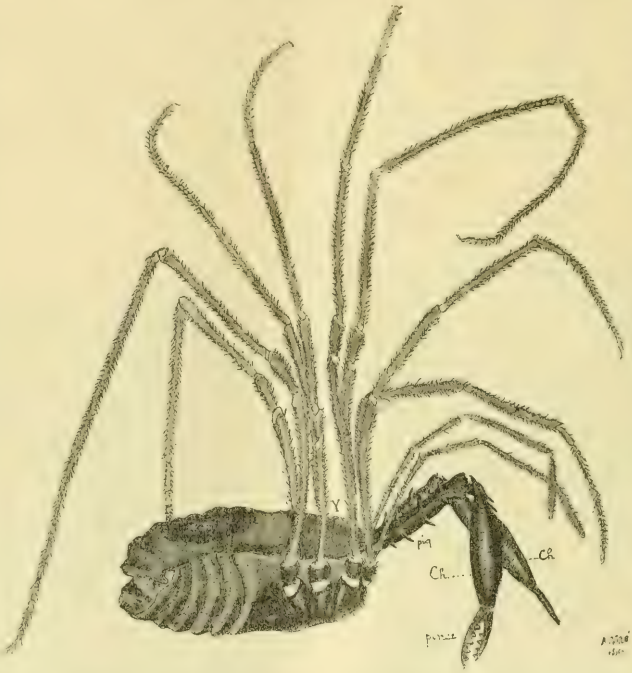


Fig. 6. — *Arachnide cavernicole (Ischyropsalis) du gouffre de Padirac (Lot).* — Y, yeux; *piq*, cône chitineux; *Ch*, chélicères. (Longueur : 15 millimètres.)

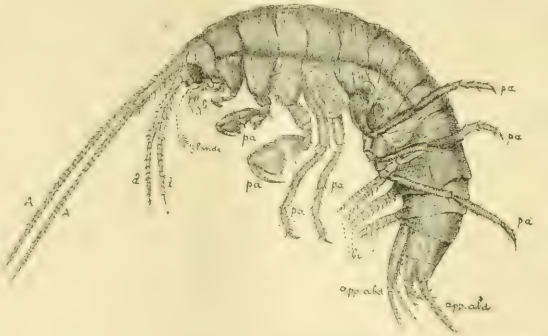


Fig. 7. — *Niphargus Virei Chevr. des cavernes du Jura.* — *A*, antennes; *a*, antennules; *pa*, pattes masticatrices et nageuses; *br*, pattes respiratoires; *app. abd.*, appendices abdominaux; *cerci*. (Longueur : 3 à 6 cent.)

§ 2. — **Vision.**

Il est rare qu'on ne découvre pas la trace de l'œil chez les cavernicoles : le plus souvent l'œil existe chez ces animaux, mais très réduit et incapable de servir à la collection d'une impression

lumineuse : il est décoloré, blanc, presque amorphe; le nerf optique n'y existe presque plus, et il semble parfois que ce qui reste du système nerveux ophtalmique ne soit plus destiné qu'à innerver quelques points tactiles apparus à la place de l'œil. La fonction visuelle est alors anéantie, et le tégument général recouvre complètement les derniers vestiges de ce qui, chez l'ancêtre, avait été un œil véritable. La cécité est absolue. On s'est demandé si, malgré cet état habituel, les cavernicoles aveugles seraient pourtant capables d'être impressionnés par les rayons lumineux.

Quelques expériences tentées dans ce but ont semblé déceler une sorte de vague sensibilité à ces rayons. Mais probablement il s'agit là de sensibilité à la chaleur et non pas de perception optique. Chez les cavernicoles même pourvus d'un reste d'yeux, je n'ai jamais observé de réaction bien marquée à la lumière.

§ 3. — Tact.

Malgré l'absence de vision, les cavernicoles vont et viennent et trouvent facilement leur chemin. Leur cécité a pour compensation un développement extraordinaire du tact. Non seulement ce sens possède, là où il existe, une remarquable acuité, mais un grand nombre d'organes particuliers lui sont affectés : il étend son champ d'action à une grande partie, quelquefois à la majeure partie du tégument. L'antenne (fig. 8), organe du tact par excellence, voit augmenter le *nombre* de ses articles (*b*); sa longueur et sa mobilité (fig. 7, 8, 9, 13, sont ainsi accrues et elle peut tâter à plus grande distance et avec plus de sensibilité le sol et les parois des grottes. Mais, il y a plus: elle se couvre de nombreux poils tactiles, qui n'existent pas ou n'existent que d'une façon rudimentaire chez les espèces vivant à l'air libre. L'œil lui-même, comme nous l'avons vu tout à l'heure, perdant sa fonction optique, se transforme en organe de tact!

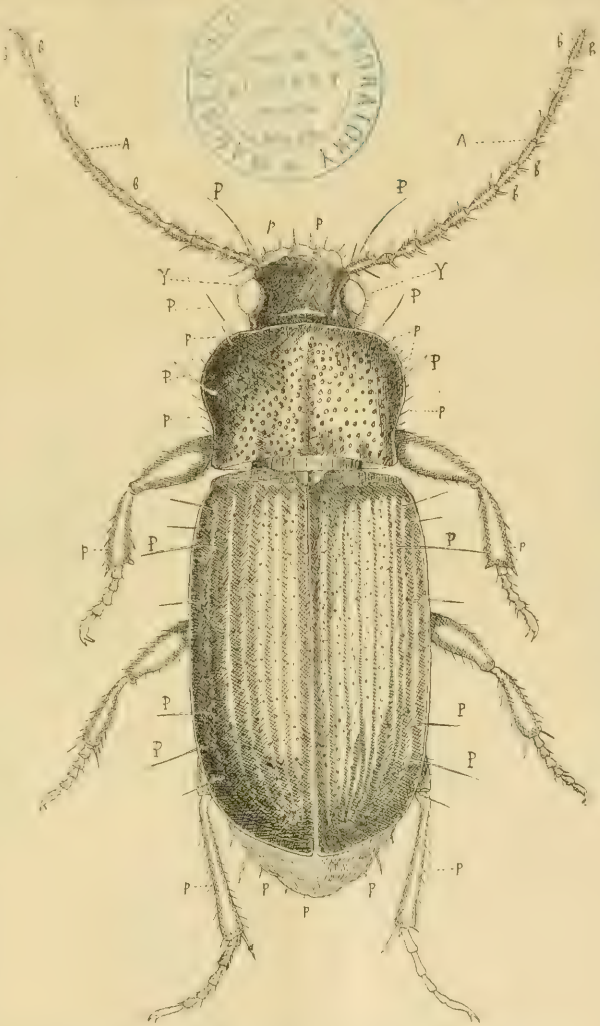


Fig. 8. — *Carabique des grottes du Jura.* — *A*, antennes; *b*, segments de l'antenne; Y, yeux décolorés, mais conservant encore leur morphologie externe; P, baguettes tactiles roides; *p*, poils tactiles souples. (Longueur : 12 millimètres.)

Toute la surface de l'animal (fig. 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13) se hérisse d'une infinité de poils souples (*p*) servant au toucher, et aussi de baguettes (P, fig. 8) fines, mais roides, qui vibrent au moindre contact et dont la longueur égale parfois celle du corps lui-même. De ce fait, une bestiole longue ou large de

un centimètre, par exemple, possède un champ tactile de deux centimètres de rayon. Mais ce champ se trouve encore accru par suite de l'allongement, souvent considérable, que prennent les organes locomoteurs. Cette longueur des membres donne, d'autre part, à l'animal, la possibilité de parcourir très rapidement de grands espaces. C'est là ce qui explique cette extrême agilité des cavernicoles qui

Fig. 9. — *Campodea staphylinus* (figure schématique). — A, antennes; P, poils tactiles; F, cerci ou appendices anaux; *fp*, fausses pattes ou vésicules exsertiles. (Longueur : 6 à 10 millimètres.)

frappe tout d'abord l'observateur. Rien de plus curieux que d'observer la course rapide de certains Thysanoures ou celle des Campodes. Le *Campodea staphylinus* Westwood (fig. 9 à 13) est, sous ce rapport, l'un des cavernicoles les mieux doués. C'est un petit Campode blanc, aveugle, long de 8 à 10 millimètres, mais couvert de poils et pourvu d'antennes et de fourches anales dont la longueur

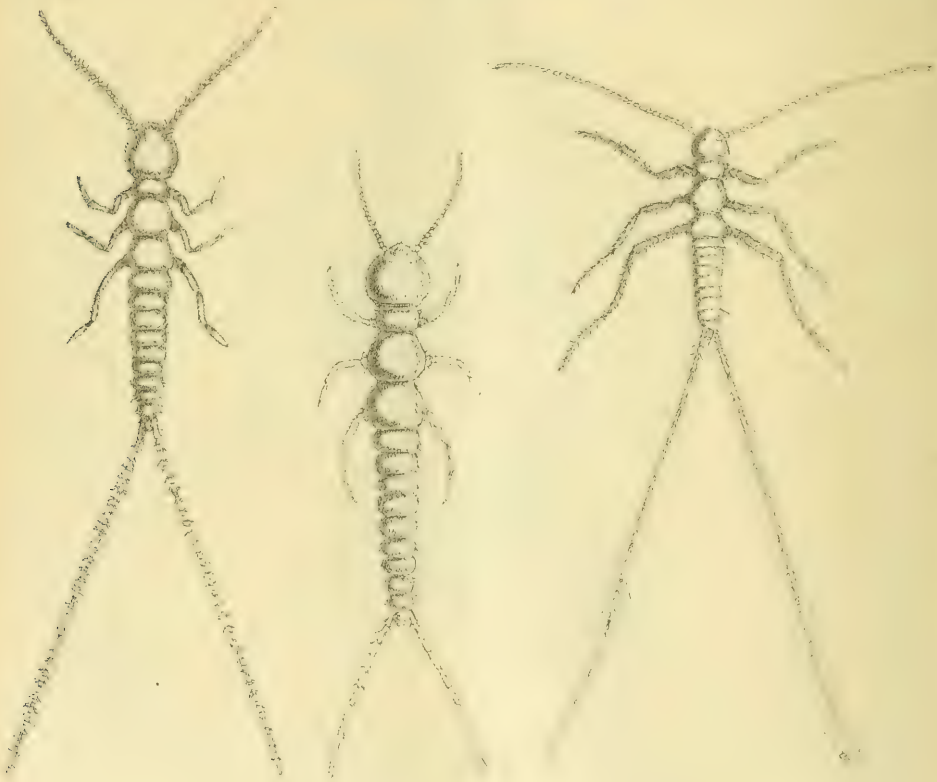


Fig. 11. Fig. 10. Fig. 12.

Fig. 10. — *Campodea staphylinus du dehors* (*Bois de Meudon*). Antennes et pattes courtes, *cerci* peu allongés.
Fig. 11. — *Campodea staphylinus du dehors*. (Plate-bandes du Muséum.) — Il y a déjà exagération de la longueur des appendices du corps.
Fig. 12. — *Campodea staphylinus souterrain, correspondant à la forme C. Cookei de Packard.*—Antennes, pattes et cerci allongés[1].

[1] Voir *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle*, 1897, n° 3, page 85. Le *Campodea staphyllinus* Westroend et ses variétés cavernicoles, par Armand Viré.

dépasse parfois celle du corps. Si l'on s'en approche doucement, si l'on tient la bougie assez éloignée pour que la chaleur de la flamme ne l'affecte pas, on le voit s'avancer avec précaution, mouvoir ses antennes et ses fourches alternativement en haut et en bas, à droite et à gauche, et remuer la tête comme pour prendre le vent. Si quelque chose l'effraie, il fait le mort, puis, rien ne bougeant plus, il recommence le même manège, tout d'un coup se précipite sur une proie à sa portée, champignon ou moisissure, s'en saisit prestement, puis s'en va avec tranquillité, dans une fente du rocher ou sous l'abri d'un caillou, consommer paisiblement le butin qu'il a fait.

Fig. 13. — *Campodea staphylinus souterrain, correspondant à la forme Campodea Dargilani, Moniez.* — Antennes, pattes et cerci exagérement allongés sous l'influence de la vie cavernicole. (Caverne de Dargilan, Lozère.)

Fig. 14.

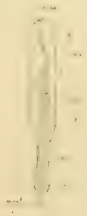


Fig. 15.

Fig. 14. — *Extrémité de l'antennule de l'Asellus aquaticus aérien (d'après Leydig).* — *p*, poils tactiles ; A, *A'*, bâtonnets olfactifs ; *chit*, enveloppe chitineuse ; *n*, nerf olfactif.

Fig. 15. — *Bâtonnet olfactif de l'Asellus aquaticus des catacombes de Paris.* — *tn*, terminaison nerveuse à la base de l'organe ; *gl*, glomérules mobiles ; *chit*, enveloppe chitineuse ; à la partie supérieure, *pore*.

§ 4. — Ouïe et odorat.

En différents points du corps des cavernicoles, notamment sur les antennes et les antennules, on remarque des organites spéciaux : ce sont, d'une part, des poils extrêmement mobiles, que les ondes sonores font entrer en vibration et qui semblent destinés à les colliger (fig. 16), et, d'autre part, des bâtonnets, dits olfactifs, sortes de tiges grêles se terminant en lames ovales et allongées (fig. 15). A la base de chacun de ces appareils aboutit un fin ramuscule nerveux qui ne laisse aucun doute sur le rôle sensoriel qui leur est imparti.

Ces organes, rudimentaires chez les individus qui évoluent à la lumière (fig. 14), sont très développés chez les cavernicoles. Un coup d'œil sur les figures 14 et 17 permet de juger de ce contraste. Ces figures sont relatives à l'*Asellus aquaticus*, espèce que l'on rencontre à la fois dans les ruisseaux de

Fig. 16. — *Poil tactile de l'antennule de l'Asellus aquaticus des catacombes de Paris.* B, base de l'antennule ; B, tige des poils ; *p*, *p*, *p*, poils tactiles.

la surface du sol et de la profondeur des cavernes; la figure 14 représente, d'après Leydig, l'antennule du type aérien normal, la figure 17 celle d'un exemplaire que j'ai recueilli dans les catacombes de Paris. On voit que la première n'offre qu'à l'état rudimentaire les organites auditifs et olfactifs, très développés sur la seconde. Le *Stenasellus caecus* Dollfus, recueilli au Puits de Padirac, présente encore une exagération des mêmes phénomènes (fig. 18).

Si accusés que soient parfois ces deux sortes d'organes, on ne doit cependant se prononcer qu'avec une extrême prudence sur leur fonction. Il est toujours délicat de préciser la sensation à laquelle ils sont affectés, pour cette raison que les

Fig. 17. — *Asellus aquaticus des catacombes.* — A gauche, antenne et antennule; D, premier segment de l'antenne; A, A', organes olfactifs de l'antennule; B, poils tactiles. — A droite, extrémité de l'antennule vue à un très fort grossissement. A, A', bâtonnets olfactifs; *p*, poils tactiles; *cn*, cellules nerveuses; *chit*, enveloppe chitineuse. La figure 15 représente A' plus grossi.

perceptions des Invertébrés sont peut-être moins différenciées que les nôtres, incomparablement plus confuses, et peut-être aussi tout autres que celles que nous éprouvons.

III. — Formes de transition.

Le lecteur a déjà pu remarquer qu'à l'exception de l'*Asellus* dont j'ai parlé tout à l'heure, les animaux que nous avons jusqu'ici considérés semblent se rapporter à des espèces étrangères à la faune de la surface. Dès lors se pose ce problème : Y a-t-il des *espèces cavernicoles*, irréductibles aux espèces de la faune aérienne, du moins dans l'état actuel de l'évolution, ou bien tous les individus cavernicoles, quel que soit leur costume, se rapportent-ils à des espèces actuellement représentées par des types normaux à la surface du sol?

Il est très difficile de donner à cette question une réponse univoque. On sait bien que quelques espèces aériennes ont, comme l'*Asellus*, des représentants dans les grottes, représentants très reconnaissables, quoique très modifiés par la vie à l'obscurité. Mais dès que l'on examine des animaux à type cavernicole accentué, aveugles, à corps blanc et à longs membres recouverts d'une forêt de poils tactiles, en un mot tout différents, quant à l'aspect et à la morphologie externe, des organismes de la surface, il est de prime abord impossible de les rapporter à une espèce connue. On leur a donc donné provisoirement des noms spéciaux de genres et d'espèces. Mais il importe que ces noms ne fassent pas illusion et ne nous empêchent pas de rechercher leur généalogie.

Fig. 18. — *Poil tactile de l'antennule du Stenasellus cœcus Dollfus, du gouffre de Padirac (Lot).* B, tige du poil ; *p*, *p*, ramifications du poil composé.

Ce raccord, si je puis dire, des espèces cavernicoles aux espèces aériennes peut, dans certains cas, être établi. Nous connaissons, en effet, un certain nombre d'Invertébrés qui, habitant à la fois les cavernes naturelles exemptes de toute lumière et les vieux souterrains artificiels, constituent en quelque sorte une faune intermédiaire entre celle de l'air libre et celle des grottes totalement sombres. Or, ces organismes nous offrent toute une série de transitions entre les types de la surface et ceux de la profondeur ; ils peuvent donc nous servir à relier les uns aux autres. Quand on poursuit une telle étude, on demeure parfois stupéfait d'être conduit, par une chaîne ininterrompue de modifications croissantes, des espèces normales aux formes les plus aberrantes que la vie cavernicole ait réussi à façonner.

Tous les entomologistes connaissent ces élégants Coléoptères de la faune superficielle qu'on appelle les *Trechus*. C'est un genre bien défini, bien connu, qui a ses caractères propres, et sur l'autonomie et la délimitation duquel tous les spécialistes sont

d'accord. Lorsqu'on commença à faire des recherches dans les cavernes, en particulier dans celles des Pyrénées, on y trouva une autre tribu de Coléoptères, à caractères tout différents, — au moins de prime abord, — et qu'on nomma *Anophthalmus*. L'idée d'identifier ces Insectes aux *Trechus* ne serait venue à personne. Or, on a trouvé depuis des individus à caractères intermédiaires, et l'on a réussi à surprendre plusieurs phases principales des lentes modifications qui ont transformé les *Trechus* en *Anophthalmus*.

Ces changements, qu'on le remarque bien, ne s'opèrent pas en un jour : ce n'est pas dans le court espace de temps requis pour l'évolution de l'individu qu'ils ont lieu ; il leur faut, pour s'accomplir, toute une suite de générations soumises à l'influence croissante de l'obscurité. C'est en s'accumulant constamment dans le même sens que ces changements deviennent perceptibles et arrivent enfin à transfigurer l'organisme.

Je les ai suivis chez l'*Anophthalmus Mayeti*, espèce très répandue dans la grotte de Saint-Marcel-d'Ardèche. Le début de la transformation est marqué par l'apparition des poils tactiles. Ces poils se développent peu à peu à mesure que se prolonge l'évolution de la race à l'abri de toute lumière. Longtemps après l'apparition des premiers poils, l'œil, qui était noir, devient fuligineux, puis de plus en plus pâle jusqu'à décoloration complète du globe oculaire ; celui-ci diminue graduellement de volume et finit par disparaître complètement.

Mêmes phénomènes s'observent chez les Carabiques, les Thysanoures, beaucoup d'autres Insectes et la plupart des Crustacés. Cependant, chez les Thysanoures et les Crustacés le processus de la destruction de l'œil diffère de celui que nous venons de décrire : chez eux, en effet, l'œil, au lieu de commencer par s'atrophier, se *fragmente* pour se préparer à disparaître (fig. 19). Je possède quelques exemplaires où cet organe n'est plus représenté que par un petit nombre de taches rougeâtres. Mais ces éléments sont insuffisants pour m'autoriser à décrire, d'une façon continue, la marche du phénomène. Toutefois, nous en savons suffisamment l'allure pour pouvoir considérer comme dérivés de la faune superficielle certains Crustacés cavernicoles, dont nous ne connaissons que l'état ultime d'adaptation aux ténèbres.

Fig. 19. — *Transformation de l'œil chez les animaux des cavernes.* — Au milieu, *Gammarus fluviatilis* (type aérien). L'œil est normal. — A droite, *Gammarus Niphargus puteanus*), type des lieux sombres. L'œil est réduit à des taches rougeâtres. — A gauche, *Niphargus Virei*, complètement adapté à l'obscurité absolue. L'œil n'existe plus. Il est remplacé par une glande.

Tel est le cas du *Niphargus Virei* (fig. 19, à gauche, que j'ai découvert d'abord dans la grotte des Planches (près d'Arbois), puis dans beaucoup de cavernes de la même région, et que M. Chevreux a bien voulu me dédier. Tout le corps de l'animal est blanc ; certains exemplaires portent, à la base des antennes, de grosses taches rouges, que j'ai d'abord été tenté de prendre pour des yeux, mais qui sont de nature glandulaire. Koch, Plateau, tous les explorateurs de la faune souterraine avaient autrefois commis même erreur au sujet du *Gammarus puteanus*. L'histologie semble établir l'absence absolue d'œil *à fonction visuelle actuelle* chez ces animaux. Mais il est possible que les points rouges qui, chez quelques exemplaires d'une espèce voisine, le *Niphargus puteanus*, coïncident avec l'emplacement ordinaire des yeux en représentent, quant à l'anatomie, les derniers débris.

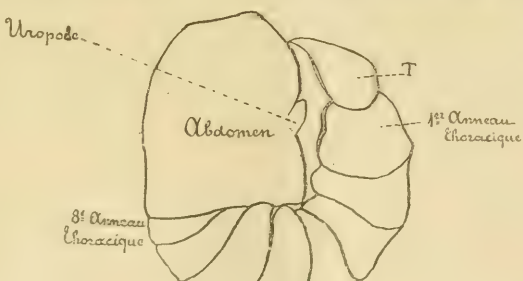


Fig. 20. — *Cæcospheroma Virei, Dollfus, enroulé en boule.* (Longueur : 3 millimètres). T, tête (constituée par le plus petit segment du corps).

Si, comme il est probable, ces deux espèces viennent à être identifiées, ce sont les dernières étapes de la destruction de l'œil qu'elles nous permettront de saisir. Il serait à désirer que les zoologistes s'attachassent à la recherche de ces formes de transition.

IV. — Origine des animaux cavernicoles.

Chose curieuse, les « espèces » cavernicoles aquatiques, que l'on n'a pas pu jusqu'à présent rattacher à des espèces de la faune superficielle, semblent beaucoup moins éloignées des genres marins que des genres représentés dans nos fleuves et nos ruisseaux superficiels. C'est pourtant dans des eaux douces qu'elles habitent. Tel est le cas du genre *Cœcosphœroma*, qui a été créé en 1896 par M. Adrien Dollfus pour de curieux petits Crustacés (fig. 20) que j'ai recueillis dans la grotte de Baumes-les-Messieurs, du *Stenasellus coecus* Dollfus, que j'ai trouvé dans l'abîme de Padirac, du *Sphæromides Raymondi*, récolté par le Dr Raymond dans les cavernes de l'Ardèche, et d'un sphaeromien nouveau reçu de la Côte-d'Or, et recueilli par M. Galimard. On est en droit de se demander d'où viennent ces animaux. Sont-ce des descendants des espèces que nous voyons autour de nous, tellement modifiés par le milieu des cavernes qu'on ne les reconnaît plus? Ne seraient-ce pas des sortes de *témoins* d'espèces tertiaires ou quaternaires disparues de notre faune subaérienne par suite des changements de climats, et restées semblables à elles-mêmes depuis les âges géologiques dans le milieu constant ou lentement modifié des cavernes? Problèmes non encore résolus.

De plus, certains animaux, voisins des cavernicoles, il est vrai, mais vivant à l'air libre, sont aveugles comme des cavernicoles, alors que dans les mêmes genres on trouve de nombreuses espèces pourvues d'yeux. Il y a là un mélange, au moins apparent, des caractères aériens et souterrains qui donne à réfléchir, un enchevêtrement de types qui n'est sans doute pas fortuit; l'on est amené à se demander s'il n'y aurait pas chez certains d'entre eux la trace d'un double phénomène :

1° Enfouissement du type normal dans les cavernes et perte graduelle des caractères aériens;

2° Sortie des cavernes, récupération d'une partie des caractères aériens.

Mais alors, pourquoi cette récupération ne serait-elle que partielle? Comme on le voit, on se heurte à chaque pas, dans ces études relativement nouvelles, à des questions actuellement insolubles.

Dans un ordre d'idées moins générales, bien d'autres questions attendent encore une solution. Le temps nécessaire, par exemple, pour faire perdre à une espèce ses caractères du dehors et lui faire acquérir ses caractères d'espèce cavernicole, nous est totalement inconnu.

Les modifications observées sur le tube digestif de quelques Crustacés, les variations de taille entre les différents individus *adultes* d'une même espèce, sont autant de problèmes à résoudre.

Il y aurait grand intérêt pour la philosophie naturelle à attaquer l'étude de ces questions par voie d'expérience. Aussi, l'éminent directeur du Muséum, M. A. Milne-Edwards, a-t-il récemment décidé la création, au Jardin des Plantes, d'un laboratoire affecté à l'expérimentation sur les cavernicoles et à l'examen histologique de ces animaux. Des grottes artificielles offrant divers degrés d'obscurité sont actuellement disposées ou en voie d'aménagement, à l'effet d'y observer l'influence qu'exerce sur les organismes de surface la raréfaction de la lumière, et le processus du retour des types cavernicoles aux formes ordinaires de la faune superficielle.

Armand Viré,
Attaché au Muséum.

LES RÉSULTATS DE LA MISSION LYONNAISE EN CHINE

L'histoire générale de cette fin du XIXe siècle restera marquée, en même temps que par le partage de l'Afrique, par la lutte des grandes nations civilisées pour l'exploitation de la Chine, pays neuf, mais le plus peuplé et, vraisemblablement, le plus riche du monde. Cette lutte elle-même, chaque jour plus aiguë, et si grosse de conséquences économiques, vient de provoquer, du côté français, un effort de l'initiative privée passé bien trop inaperçu parmi le vain retentissement des scandales qui se disputent chez nous l'attention publique. Une Mission de onze de nos concitoyens vient de parcourir en détail, pendant deux ans (septembre 1895-octobre 1897), l'Indo-Chine française et les provinces méridionales de Chine. Organisée, à l'instigation de la Chambre de Commerce de Lyon, par les Chambres de Commerce de Lyon, Marseille, Bordeaux, Lille, Roubaix et Roanne, elle a procédé à une vaste et méthodique enquête, commerciale et scientifique, dont les principaux résultats, publiés par son admirable chef, M. Henri Brenier, sont de nature à éclairer les destinées de notre pays en Extrême-Orient [1].

[1] H. Brenier : *Rapport général sur l'origine, les travaux et les conclusions de la Mission lyonnaise d'exploration commerciale en Chine*, Lyon, in-4°, 1897. — Les itinéraires parcourus par la Mission atteignent 16.000 kilomètres, dont 8.000 levés en contrées inconnues; 117 rapports spéciaux des différents membres sont annoncés

I

Sur l'Indo-Chine française elle-même, la Mission Brenier avait peu à découvrir, encore que ses membres aient réussi, sur beaucoup de points, à fixer notre conduite coloniale dans les parages de la mer de Chine (fig. 1). Tout d'abord, cette vérité déjà vieille a été confirmée, que, de nos colonies d'Orient, le Tonkin est ou deviendra la plus riche par son sol varié, son climat sain et l'abondante main-d'œuvre dont il est pourvu. Mais de grands efforts y sont encore nécessaires. La récolte du riz y pourra être doublée par des irrigations dans le sud du Delta, et l'exportation de cette céréale pour la Chine, qui dépasse déjà 6.000 tonnes, augmentera encore quand on la défendra contre l'agiotage. Les vers à soie, dont l'élevage est concentré autour de Nam-Dinh, donnent 900.000 kilos de matière textile, dont la vente, bien restreinte du côté de la Chine, pourra se détourner vers la France et affranchir notre industrie du tribut payé à l'Italie et au Céleste-Empire. Les charbons de Hong-Kay et de Kébao, exportés dans la proportion de 100.000 tonnes, feront concurrence en Extrême-Orient à ceux du Japon et d'Australie, avant que les mines chinoises, très loin de la mer, soient abondamment exploitées. Des essais de culture du coton à Than-Hoa, du café, du tabac et du jute ont donné de bons résultats. Les bois enfin sont très riches.

Fig. 1. — *Itinéraire de la Mission Lyonnaise dans la presqu'île indo-chinoise.*

L'Annam peut voir s'accroître sa prospérité par des plantations nouvelles de thé, de café, de canne à sucre (exportation par Tourane, 8.000.000 francs), mais surtout par l'aménagement de ses forêts magnifiques, qui donnent le caoutchouc, la canelle et plusieurs huiles végétales.

Le pays, chaud et humide, du delta du Mékong (Cochinchine et Cambodge), où les limons et l'eau

se disputent le sol, deviendra de plus en plus le grand centre d'exportation du riz nécessaire aux populeuses provinces chinoises [1]; et l'on y a tenté avec succès, dans les parties sèches, la culture et l'utilisation industrielle du coton (usine Praire, à Pnom-Penh).

Mais toutes les exportations de l'Indo-Chine française et certaines importations, même venant de France, passent par le grand entrepôt anglais de Hong-Kong, parce que notre pays n'est pas suffisamment relié à l'Indo-Chine, surtout n'a pas encore tiré parti de la situation privilégiée du Tonkin pour pénétrer directement en Chine par le sud-est.

C'était, en effet, le but principal de la Mission Brenier, — heureusement atteint d'ailleurs, — que d'établir la valeur exacte du Tonkin, région vitale de notre Indo-Chine, comme lieu de transit vers les provinces encore en partie fermées du sud-est de la Chine, surtout vers le Yun-Nan et le Kouang-Si. Le Song-Koï, navigable jusqu'à la ville chinoise de Man-Hao, est la voie directe de la mer au Yun-Nan, incomparablement plus courte et plus facile que le Mékong et la Salouen, dont le Prince Henri d'Orléans a traversé naguère les vallées supérieures si tourmentées [2]; Man-Hao a été ouverte aux Français par un traité d'avril 1886, et le 20 juin 1897 nous avons obtenu la concession d'un chemin de fer de Man-Hao à Yun-Nan-Fou. Quant à la route tonkinoise vers le Kouang-Si, elle est constituée par le chemin de fer déjà construit de Bac-Ninh à Lang-Son, qu'un traité de février 1896 nous a permis de prolonger jusqu'à Lan-Tchéou, ville ouverte du Kouang-Si, plus tard jusqu'à Nan-Ning-Fou. En concurrence avec ces deux chemins français, sont deux autres, moins naturellement aisés, plus longs en tous cas, dont les issues sont occupées par la Grande-Bretagne : installés à Mandalay (Birmanie) en 1885, les Anglais l'ont aussitôt reliée à Rangoun par des rails qui doublent l'Iraouaddy navigable, puis ils ont signé avec les Etats Chans et la Chine (4 février 1897) des traités leur permettant l'allongement de cette voie jusqu'à Bah-Mo et Ta-li-Fou (Yun-Nan); ils peuvent, d'autre part, par Hong-Kong et le Si-Kiang navigable, ou en organisant des portages de la ville ouverte de Pak-Koï (Kouang-Toung) à Nan-Ning, sur un affluent également praticable du Si-Kiang, pousser leurs marchandises et leurs négociants jusqu'à Pé-Sé, dans le Kouang-Si. Or, la Mission Brenier a constaté qu'il faut nous hâter si nous ne voulons pas, malgré les avantages de la double voie du Tonkin, être devancés par nos rivaux sur les marchés du sud-est de la Chine. Man-Hao est, sans doute, plus près de Yun-Nan-Fou, et, en réalité, de la mer que Ta-li-Fou et même Pé-Sé [1]. Mais tels sont les droits généraux de transit par le Tonkin (jusqu'à 20 °/₀ *ad valorem*), que déjà les cotonnades, lainages, huiles minérales de provenance britannique inondent le Kouang-Si et le Yun-Nan, et que le quart du commerce de la Birmanie se fait avec la Chine. Il faudrait au plus vite construire un chemin de fer le long du Song-Koï, jusqu'à Lao-Kay, et réduire les droits [2].

[1] Exportation annuelle, 560.000 tonnes.

[2] Voir aussi les explorations sur le Mékong, de Doudart de Lagrée et Garnier (1866-1868), des Drs Harmand (1877), Néis (1883), de MM. de Lanessan, Monnier, Madrolle, et de nombreux officiers français.

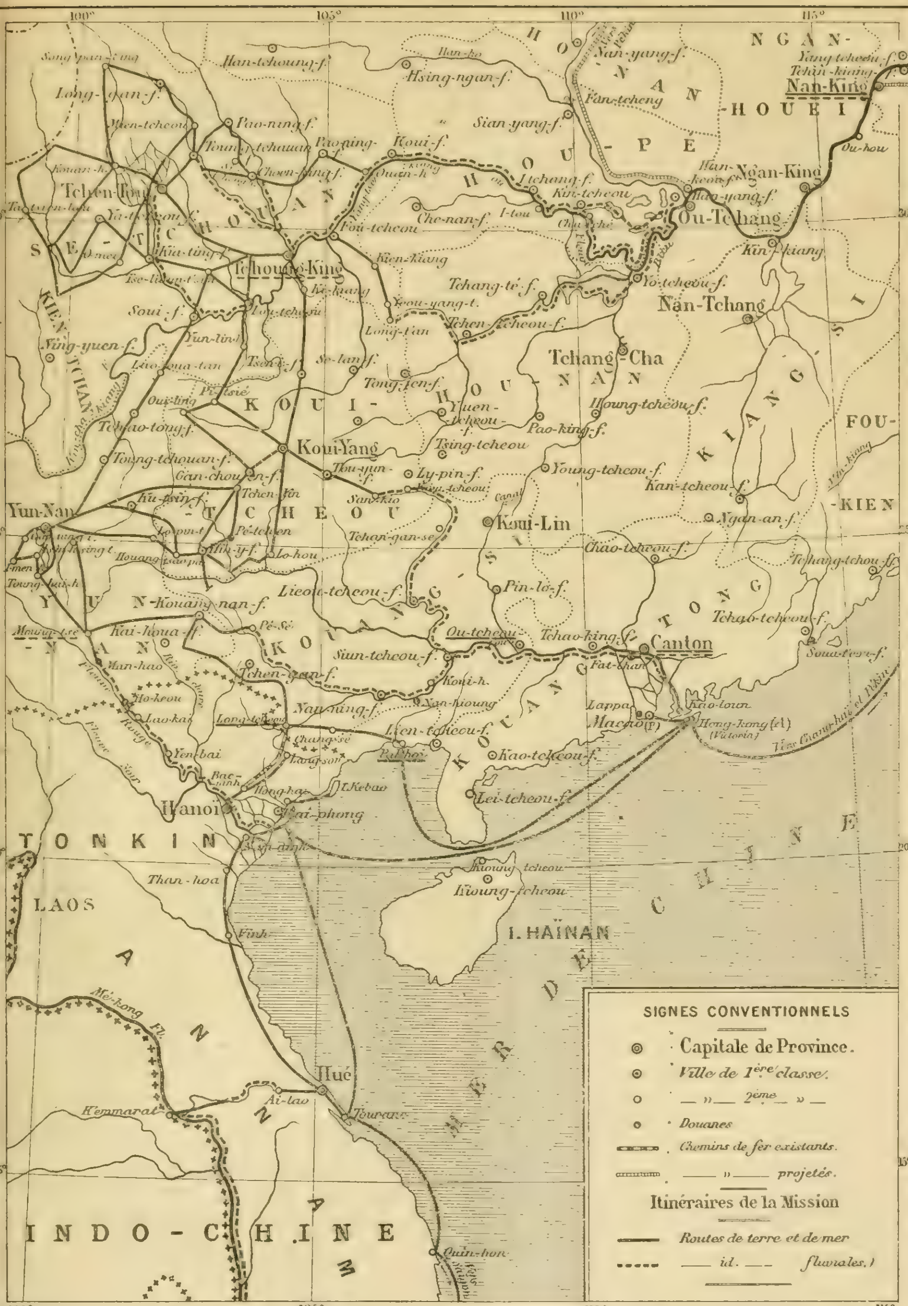
II

Les provinces du sud-est de la Chine, Yun-Nan et Kouang-Si, forment, avec le Koui-Tchéou et le Sé-Tchouan, un ensemble physique et économique de régions accessibles aussi par le Yang-Tsé-Kiang, qui est navigable jusqu'en amont de Tchoung-King (Sé-Tchouan) (fig. 2). La densité de population n'y est pas, en général, comparable à celle des opulentes plaines qui entourent la presqu'île de Chan-Toung (Kiang-Sou ou Fo-Kien); le sol ne s'y compose pas de fertiles alluvions; le climat y est plus dur; surtout, la mise en valeur, retardée par de récentes et horribles guerres civiles, n'y a guère dépassé l'agriculture. Mais déjà la concurrence la plus âpre est engagée entre les Européens pour exploiter ces pays. Partie de Yun-Nan-Fou, la Mission Brenier, qui était allée établir son quartier général à Tchoung-King, a relevé le passage d'explorateurs japonais, allemands et anglais dans les contrées voisines. De toute cette Chine du sud-est, qui nourrit 66 millions d'habitants, les provinces voisines du Tonkin ne sont pas les plus riches. Le Yun-Nan a un climat salubre, mais un sol difficile, des ressources restreintes à l'opium, au charbon, au cuivre et à l'argent, une population de 9 millions d'âmes seulement sur une surface égale à la moitié de la France, et aucune agglomération urbaine très considérable en dehors de Yun-Nan-Fou (100.000 âmes). Le Koui-Tchéou avec ses 5 millions d'habitants, le Kouang-Si (7 millions) se trouvent à peu près dans les mêmes conditions; et une partie de ces provinces est déjà entrée, d'ailleurs, dans la sphère d'activité de Hong-Kong et Pak-Koï. Au moins pouvons-nous espérer nouer, à travers le Yun-Nan et le Koui-Tchéou, d'utiles rapports avec le riche Sé-Tchouan.

Cette province, moins grande que la France, a plus de 40 millions d'habitants, avec des centres de plusieurs centaines de mille âmes, comme

[1] De Manhao à Yun-Nan-Fou, 11 jours, contre 22 de Pé-Sé et 28 de Bah-Mo au même endroit.

[2] Voyez : Gaston Rouvier : Le Yun-Nan et les routes qui y mènent, *Revue de Géographie*, 1896.



Gravé par F. Borremans, 17, rue St. Sulpice. Paris.

Fig. 2. — *Itinéraire de la Mission Lyonnaise au Tonkin et en Chine.* — Les villes soulignées d'un trait plein sont ouvertes au commerce européen; les villes soulignées d'un trait interrompu sont le siège d'un résident français.

Tchoung-King. Par ses terrains, de grasses alluvions dans les vallées, par son climat même, elle se rapproche, surtout à l'est, des conditions des pays de la Chine orientale; mais aucun ne l'égale peut-être pour la variété, sinon pour l'abondance des produits, quoique la mise en valeur du sol y soit encore imparfaite. Elle a des forêts de bambous, un vaste bassin houiller, presque vierge encore, de 250.000 kilomètres carrés, des mines de sel et de pétrole vers Tse-liou-Tsin, de l'or dans les montagnes de l'ouest. D'immenses rizières, des plantations de mûriers, de colza, de ramie, de cannes à sucre, de pavots, de coton, se voient partout, principalement dans la région, striée de rivières, de Tchen-Tou. Des industriels japonais et allemands y ont installé des filatures pour la soie. Les caravanes du Tibet y portent les laines, les pelleteries, le musc; par la voie du Yang-Tsé, sillonnée de jonques, le trafic, qui fournit la moitié de la soie vendue à Canton, dépasserait, d'après les douanes impériales, 50 millions de francs [1]. Le Hou-Pé et le Hou-Nan, également riches, sont les lieux de transit des produits du Se-tchouen, vers l'est, en particulier le Hou-Pé, où les parages des grandes villes contiguës de Han-kéou, Ou-tchang et Hanyang, sont un centre commercial et industriel (filatures, briques de thé), d'une densité d'habitants exceptionnelle. Or, Tchung-King n'est pas plus loin d'Haïphong, par Lang-tchéou, que de Chang-Haï; et le commerce français peut ainsi avoir des prétentions jusqu'au cœur de la Chine.

Une croisière dans les mers de Chine, au cours de laquelle ont été vues Tien-Tsin, Pékin, Chang-Haï et Hong-Kong, a permis enfin à la Mission lyonnaise de compléter ses renseignements sur la géographie économique de l'Empire, sur son avenir et sur les positions respectives occupées par les rivaux qui s'en disputent l'exploitation. Fait capital, cette exploitation commence seulement. Soit par ignorance de l'Europe, des Européens et de leurs marchandises, soit par manque de mise en valeur industrielle des ressources de leur pays, soit par défaut d'issues pour le trafic intérieur jusqu'à ces derniers temps [2], soit par la faute d'entraves multipliées au commerce, comme l'odieuse complication de leurs douanes, leur apathie, leur hostilité envers les blancs, leur langue même, — les 360 millions de Chinois qui peuplent les provinces en dehors de la Mandchourie, du Gobi, du Turkestan et du Tibet semblent rester presque réfractaires encore à l'établissement de rapports réguliers avec les Puissances civilisées.

C'est encore l'Angleterre qui, malgré la position fausse où l'a placée sa duplicité pendant la guerre sino-japonaise, entretient le plus de commerce avec la Chine : sur une importation de 202.590.000 taëls [1], 135.900.000 reviennent à la Grande-Bretagne et à Hong-Kong, c'est-à-dire huit fois plus qu'aux Indes orientales ou au Japon, établi maintenant à Formose (traité de Simonosaki, 17 avril 1895), et dont la marine comme l'industrie se développent si vite, dix fois plus qu'aux États-Unis. Pour l'exportation, Hong-Kong et l'Angleterre tiennent de même la tête, avec 65 millions de taëls, contre 11 environ pour le Japon, autant pour les États-Unis, et pour la Russie, qui vient d'obtenir la concession d'une voie ferrée de Nertchinsk à Vladivostok par la Mandchourie (août 1897) [2], et a établi en Corée une sorte de condominium avec le Japon. Le pavillon anglais reste plus fréquent dans les ports de l'Extrême-Orient, même que le pavillon chinois. Il est en tous cas plus répandu que celui des Allemands devenus, en ces dernières années, malgré les Japonais et les Scandinaves, les « rouliers » de ces mers, avec leur nombreuse flotte de cargo-boats, à laquelle ils viennent de donner, dans la baie de Kiao-Tchaou (Chan-Toung), un point de ravitaillement, définitif à ce qu'il semble. Il y a, enfin, en Chine même, 363 maisons de commerce anglaises, contre 99 allemandes, 87 japonaises et 40 américaines.

Malgré les efforts de ses soldats et de ses négociants, la France n'a encore, au contraire, qu'un rang des plus modestes parmi les clients de la Chine : nous importons dans ce pays pour 5 millions de francs environ (surtout des tissus de soie), et nous lui achetons de la soie, du thé et des peaux pour 80 millions. Nous avons pourtant de beaux atouts en main dans la grave partie engagée : la situation de notre Indo-Chine, où le Tonkin constitue une base d'opération si solide, les traités mentionnés plus haut, par lesquels la Chine nous a ouvert ses provinces du sud, et nous y a comme conduits par la main. Nos consuls sont installés à Muong-Tsé et à Tchoung-King, nos missionnaires de la Société des Missions Étrangères parcourent, depuis longtemps, avec un inlassable courage, les pays impériaux du sud-est, et l'on a vu récemment, au passage de la Mission Brenier, une colonie de vingt-deux Français paisiblement réunie à Tchoung-King, dans une capitale où les Européens étaient, il y a quelques années encore, en perpétuel danger pour leur vie. Que l'on ne néglige pas, enfin, la politique

[1] Beaucoup de marchandises passent par les douanes provinciales ou « likins ».

[2] Les seuls chemins de fer chinois construits sont ceux de Tien-Tsin à Pékin et à Chang-Haï-Kouen.

[1] Valeur moyenne du taël : 4 fr. 80.

[2] Cette voie est destinée à remplacer le tronçon du Transsibérien par l'Oussouri et l'Amour. Voir sur cette question : R. Pinon : Qui exploitera la Chine? *Revue des Deux-Mondes*, 15 septembre 1897.

de notre alliée russe en Chine : cette politique est terrienne comme la nôtre, et s'appuie sur l'œuvre gigantesque commencée, en 1891, par la pose à Vladivostok des premiers rails du Transsibérien; dans quelques années, le Transsibérien sera relié à Pékin, et un syndicat franco-belge a obtenu la concession d'une ligne de Pékin à Han-Kéou. Ce ne sera pas un mince mérite pour les membres consciencieux et patriotes de la Mission Brenier d'avoir démontré par quels moyens nous devons *avec énergie* nous pousser dans l'intérieur de la Chine, en laissant le Japon, l'Angleterre et l'Allemagne s'en disputer les ports et la mise en valeur industrielle.

J. Machat,
Agrégé d'Histoire et de Géographie.

LE MICROPHONOGRAPHE

ET SES APPLICATIONS A L'ÉDUCATION DES SOURDS-MUETS, A LA TÉLÉPHONIE ET A LA CINÉMATOGRAPHIE

Le 19 de ce mois a eu lieu, chez M. et Mme Eugène Pereire, une séance scientifique consacrée à la description et à l'essai d'un appareil tout nouveau, dont les applications semblent grosses de promesses pour un prochain avenir.

L'instrument, appelé *microphonographe*, consiste en une combinaison du microphone et du phonographe. Il vient d'être inventé par M. F. Dussaud, docteur ès sciences, professeur de Physique à l'École de Mécanique de la ville de Genève. L'auteur l'a imaginé dans l'espoir d'arriver à produire des sons particuliers, susceptibles d'exciter et, pour ainsi dire, d'amorcer le phénomène de l'audition chez les sourds. Ensuite, M. F. Dussaud, notre distingué collaborateur M. George F. Jaubert, et M. Berthon, administrateur de la Société industrielle des Téléphones, ont combiné le microphonographe d'abord avec le téléphone, puis avec le cinématographe; ils sont ainsi arrivés, d'une part, à enregistrer à très grande distance les sons du téléphone, d'autre part à compléter, par la reproduction des sons et de la parole, les scènes animées que représente le cinématographe.

Les résultats dès à présent obtenus offrent un haut intérêt. Ils ont été exposés pour la première fois, il y a douze jours, par M. le Dr Laborde, M. le Dr Gellé et M. Berthon devant un petit nombre de notabilités scientifiques, gracieusement réunies à cet effet chez M. et Mme Pereire.

M. le Dr Laborde, membre de l'Académie de Médecine et chef des travaux physiologiques à la Faculté de Médecine de Paris, est venu dire les faits d'ordre physiologique qui ont conduit M. F. Dussaud à penser qu'une amplification suffisante des ondes sonores par le microphone permettrait peut-être de réveiller chez les sourds et les sourds-muets, puis de développer chez eux, le sens de l'ouïe. En donnant à ces déhérités de la Nature la notion du son, il serait plus facile de leur faire articuler nettement les mots que la lecture sur les lèvres (méthode visuelle de J. R. Pereire) leur apprend à prononcer.

L'événement étant venu confirmer de la façon la plus éclatante cette prévision théorique, M. le Dr Gellé, médecin auriste à la Salpêtrière, a indiqué les observations cliniques d'où ressort la possibilité d'introduire, au moyen du microphonographe, dans le cerveau des jeunes sourds-muets, la perception du son, et, comme conséquence, la tendance motrice à le répéter sous forme articulée, c'est-à-dire à parler.

L'appareil Dussaud, duquel on attend cette révolution, ou mieux qui l'a déjà commencée, a été décrit ensuite par M. Berthon, qui a exposé aussi les résultats de l'accouplement du microphonographe avec le téléphone et le cinématographe.

Après quoi, une série de très curieuses et très concluantes expériences ont été faites sur plusieurs adolescents choisis parmi les pensionnaires les plus sourds de l'Institution nationale des Sourds-Muets.

I. — Conférence de M. le Dr Laborde.

M. le Dr Laborde a retracé, avec son éloquence habituelle, la vie de Jacob-Rodrigues Pereire, mort en 1779, arrière-grand-père du président actuel de la Compagnie générale Transatlantique, et auquel on doit la méthode du *parler sur les lèvres*, aujourd'hui employée à l'éducation des sourds-muets. Il a montré que le microphonographe est le complément le plus précieux de cette méthode : la Physiologie nous enseigne, en effet, qu'il suffit de provoquer le fonctionnement du *centre* cérébral perceptif des sons et celui de ses annexes pour susciter le fonctionnement d'un autre *centre*, celui de la mémoire auditive, et donner du même coup l'impulsion à l'influx nerveux qui commande et

règle l'émission des sons articulés. Les deux centres cérébraux qui, amoindris chez le jeune sourd-muet au point de demeurer inactifs, menacent de s'atrophier de plus en plus chez lui, commencent, au contraire, à se régénérer dès qu'on parvient à les faire entrer en exercice, si bien que finalement ils arrivent à se reconstituer en partie. La fonction, disent les physiologistes, crée l'organe.

M. Laborde a développé ces considérations en mettant sous les yeux de ses auditeurs le schéma de l'excitation des divers *centres de substance grise* de l'encéphale. Il a résumé, à ce sujet, les belles recherches expérimentales de Fitz et Hirtzig, Ferrier, etc., les observations cliniques de Bouillaud, Broca, Charcot, etc., qui ont conduit à reconnaître la spécificité fonctionnelle de chacun de ces centres; les uns sont affectés à la perception d'un ordre particulier de sensations, d'autres à l'inscription, à la conservation, enfin à la coordination des images sonores, visuelles, tactiles, etc... Le processus du fonctionnement des *centres* cérébraux nous étant dévoilé, — du moins dans la mesure que nous venons d'indiquer, — le problème se réduit, en l'espèce, à trouver le moyen d'exciter soit le nerf acoustique, soit le centre sensitif, engourdis et comme éteints chez le sourd-muet. Or, — et c'est de cette observation qu'est parti M. Dussaud, — l'entrée en fonction d'un nerf ou d'un centre perceptif dépend non seulement de l'intensité, mais aussi de la *nature* de l'excitant. Pour un même nerf, pour un même centre nerveux, la forme de la douleur, ce que l'on pourrait appeler la *qualité* de la douleur, varie suivant que l'excitation du nerf a lieu par pincement mécanique, brûlure, ou corrosion au moyen d'un acide. De ce que la voix humaine et même les bruits ordinaires, ceux du marteau et de l'enclume, n'affectent pas tel sourd-muet, on ne saurait conclure à l'impossibilité de lui faire entendre des ondes sonores émises dans des conditions différentes. Voilà pourquoi M. Dussaud a voulu créer un appareil qui produisit des sons particuliers, susceptibles d'amplification presque indéfinie. Là est le secret de son succès. Le microphonographe ébranle, en effet, soit le nerf acoustique, soit le centre perceptif des sons chez des sourds-muets en qui ces organes, sans être complètement détruits, étaient jusqu'à présent restés inertes.

Fig. 1. — *Expérience avec le* microphonographe *sur un sourd-muet âgé de quarante ans, qui n'avait jamais entendu ni un son musical ni un son articulé et qui manifeste nettement la perception auditive de l'un et de l'autre.*

Ce résultat, dit, en terminant, M. Laborde, a paru si considérable que M. H. Léauté, membre de l'Académie des Sciences et directeur de la Société industrielle des Téléphones, a entrepris de construire et de répandre l'appareil de M. Dussaud. Plusieurs instruments, récemment sortis des ateliers de cette Société, ont déjà pu être éprouvés sous

la direction de M. Laborde et avec le concours de deux spécialistes très autorisés : M. Debax, directeur, et M. Dubranle, censeur de l'Institution nationale des Sourds-Muets, à Paris ; et ces praticiens se sont montrés chauds partisans de la nouvelle invention.

II. — Conférence de M. le Dr Gellé.

M. le Dr Gellé a fait observer que le *microphonographe* permet de répéter indéfiniment un même son avec la même intensité, la même hauteur et le même timbre. C'est là un grand avantage lorsqu'il s'agit d'introduire un son dans la mémoire et de l'y fixer. Mais l'appareil se prête aussi à la production de sons très variés, graves ou aigus, faibles ou intenses, de sorte que l'opérateur peut, par tâtonnement, arriver à trouver celui qui impressionne le plus le sujet en expérience. C'est à ces qualités que M. Gellé a attribué les résultats auxquels il est parvenu en appliquant l'instrument au traitement de plusieurs enfants en bas âge qui étaient complètement sourds et, par conséquent, muets. Il a constaté, dans ces circonstances, le réveil non seulement de l'ouïe, mais encore de foyers connexes de ceux où les sensations auditives sont perçues et enregistrées. Il a été frappé, en outre, de l'excitation consécutive du centre de Broca, excitation précieuse entre toutes, qui se manifesta, chez un enfant très intelligent, par des tentatives pour imiter les mouvements de la bouche qui parle et reproduire la sensation sonore. Chez un petit enfant de trois ans et demi, dès la quatrième leçon les sons furent perçus et les intervalles de silence nettement distingués. Le mot « papa », prononcé d'abord d'une voix sourde et rauque par le bébé, sortit large et bien timbré après qu'on l'eût, en plusieurs séances, répété avec le *mordant*, les *nuances graduées*, les *forte*, les *piano* qui exercent l'appareil auditif, l'assouplissent et sollicitent l'attention du sourd. Depuis lors, la mère de cet enfant remarque qu'il recherche la source des bruits, répond à l'appel de son nom, que lui-même ne prononce pas encore ; quoique né sourd, il dit maintenant très bien le mot « papa », que le Dr Gellé a conseillé de répéter souvent à son oreille au moyen du microphonographe, en ayant soin de désigner en même temps le père, pour apprendre au bébé le sens du mot. L'enfant reconnaît maintenant ce mot, il le reproduit, il le comprend : c'est l'excitation de l'ouïe qui a fait cela. Seuls, en effet, le chemin de l'oreille, l'excitation acoustique conduisent à un tel résultat : ce sont les voies naturelles de la dynamogénie cérébrale.

Fig. 2. — *Sourd-muet entendant pour la première fois, au moyen du* microphonographe, *un chant (la* Marseillaise*) et battant spontanément la mesure.*

On sait que, pour porter ses fruits, toute méthode d'éducation exige un exercice prolongé ; mais on demeure surpris de l'avance considérable — cinq ans au moins — que l'emploi du microphonographe peut donner. C'est là un gain important, si l'on veut bien considérer que l'organe qui ne fonctionne pas est fatalement condamné à s'affaiblir de plus en plus. L'adjonction de la nouvelle méthode à celle de J.-R. Pereire offre donc sur cette dernière employée seule une évidente supériorité.

M. Gellé conclut que :

1° *Les exercices acoustiques au moyen du microphonographe rendent possible l'éducation des sourds-muets dès la plus tendre enfance ;*

2° *L'excitation du nerf auditif et des foyers nerveux de l'ouïe manifeste sa supériorité sur tout autre procédé d'éducation, parce qu'elle suit les voies naturelles du développement de la faculté du langage et conduit directement et à ressusciter l'audition et à provoquer l'émission de la parole.*

III. — Conférence de M. Berthon.

M. Berthon a ensuite décrit le microphonographe et indiqué les résultats qu'on obtient en l'associant au téléphone et au cinématographe.

Le *microphonographe* est un *répétiteur de sons* (partie gauche de la fig. 3), constitué par un tambour phonographique qui actionne, par l'entremise d'un style, un microphone. Si, après avoir par la parole impressionné, suivant le procédé ordinaire, la surface sensible de ce tambour, on le fait tourner autour de son axe, le son qu'il émettait dans les conditions de reproduction usuelles, se trouve considérablement amplifié (ou restitué avec un meilleur rendement) grâce au microphone qui le recueille et le transmet à un récepteur téléphonique. C'est ce téléphone que l'on place contre l'oreille du sourd.

Si, laissant maintenant de côté cette application à la guérison de la surdi-mutité, nous essayons de nous servir du microphonographe pour transmettre les sons à grande distance et avec une intensité inusitée, il nous suffira, pour réussir, d'envoyer le courant du microphone dans un appareil approprié. Cet appareil, nommé *enregistreur des sons* (partie droite de la fig. 3), est une sorte de téléphone, dont l'électro-aimant commande un burin qui grave un cylindre de cire analogue à celui du phonographe. Ce cylindre est mû par un puissant mécanisme d'horlogerie ou par une machine dynamo-électrique. Dès que le courant venant du microphone actionne l'électro-aimant du téléphone, la plaque vibrante de celui-ci entre en vibration, et le style fixé au centre de la plaque grave en conséquence la surface de cire.

Cette disposition permet d'enregistrer, avec une parfaite netteté, des sons même très faibles, tels que ceux de la parole chuchotée ou les bruits de la respiration humaine. Répétant et variant les expériences de cette sorte faites par M. Dussaud, M. George F. Jaubert est arrivé, au moyen d'un microphone de son invention (modification du type de Hugues), à inscrire les rythmes de la marche de plusieurs insectes, marche caractérisée par les cadences les plus bizarres et les plus diverses. Peut-être ces infimes bestioles trouvent-elles dans ce rythme des sensations agréables ; on se laisse aller à songer qu'en leurs longs et savants défilés les fourmis observent probablement une cadence analogue à celle qui règle notre pas militaire...

L'hypothèse n'étant pas actuellement susceptible de vérification, tenons-nous-en strictement aux faits, et voyons tout ce que déjà nous pouvons tirer des appareils jusqu'à présent construits. Considérons à cet effet les résultats qu'on obtient à très grande distance du lieu d'émission du son en reliant, par un simple fil téléphonique, le *répétiteur* (microphonographe) à l'*enregisteur* (récepteur).

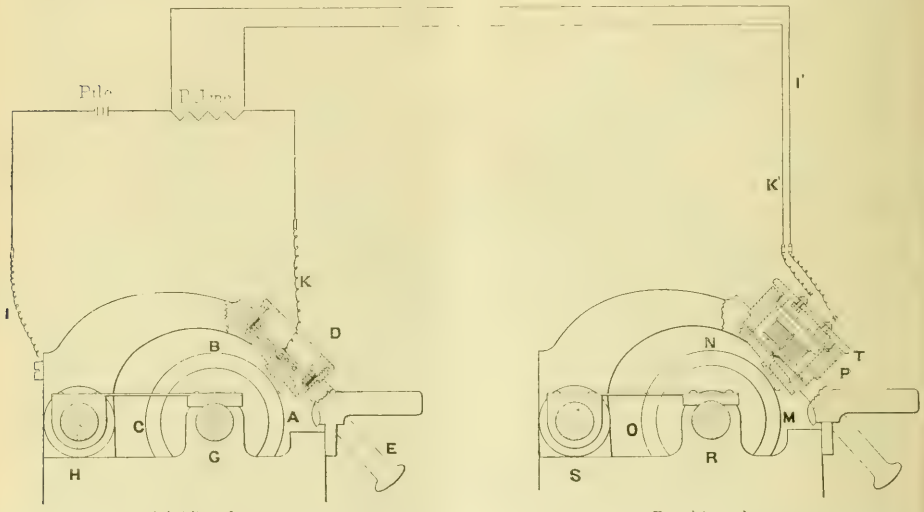


Fig. 3. — *Expérience de télémicrophonographie entre Paris et Lille.* — *Répétiteur des sons :* ABC, rouleau de cire; G, axe du phonographe, autour duquel tourne le rouleau de cire; D, microphone; E, levier de manœuvre pour abaisser le microphone; H, axe autour duquel se déplace le microphone; IK, fils émanés des pôles du microphone. — *Enregistreur des sons :* T, téléphone; P, plaque vibrante du téléphone portant un style inscripteur; MNO, surface de cire; R, axe du phonographe; S, axe autour duquel se déplace le téléphone.

Cette association des deux appareils constitue le *télémicrophonographe* (fig. 3), dû à la collaboration de MM. Berthon, Dussaud et Jaubert. Elle permet d'expédier un message téléphonique très loin du point de départ *et de l'enregistrer automatiquement au poste d'arrivée.* Cette inscription est précieuse, car, se conservant indéfiniment, l'empreinte donne la possibilité de reproduire le message autant de fois qu'on le désire. Le destinataire est-il absent quand le message arrive, peu importe puisque, dès qu'il rentrera, il lui sera facile d'en prendre connaissance.

Le système a été essayé le 6 octobre dernier, sur petite échelle, en présence de M. Boucher, ministre de l'Industrie et du Commerce. Tel a été le résultat, que, le 21 novembre, on l'a établi entre Paris et Lille (distance : 250 kilomètres). On a pu, parlant, à Paris, devant le *répétiteur des sons*, envoyer *par fil téléphonique* un message qui s'est inscrit tout seul au poste récepteur à Lille. Réponse a été donnée de la même façon, de Lille à Paris. Actuellement les deux phonogrammes nous permettent de restituer, quand bon nous semble, les deux conversations. On voit, sans qu'il soit besoin d'y insister, toute l'importance de l'invention : en cas de contestation sur les conversations échangées, il suffit de produire les deux phonogrammes pour rétablir exactement ce qui s'est dit.

Mais, ce n'est pas encore tout ce que le microphonographe peut donner. M. Eugène Péreire et M. George F. Jaubert ont eu l'idée de le combiner avec le cinématographe. En réalisant cette association, MM. Berthon, Dussaud et Jaubert ont créé un appareil extraordinaire, le *cinémicrophonographe*, qui vient enfin nous donner cette sensation, — pressentie et attendue du public, — d'un accord complet entre les *gestes* et les *paroles* des acteurs que nous montre le cinématographe. Il ne manque plus que les couleurs pour qu'il y ait identité apparente, confusion absolue entre la scène vécue et la scène reproduite.

Qu'on le remarque bien, il s'agit là d'un résultat déjà acquis. Le *cinémicrophonographe* représente — non pas un mythe en suspension dans l'imagination des chercheurs, — mais bien une réalité vivante, agissante et parlante. Il existe et fonctionne de la façon que nous venons de dire dans les ateliers de la Société industrielle des Téléphones, où bientôt tout Paris, après nos lecteurs, pourra le voir et l'entendre.

Désireux de surpasser en 1900 le panorama fameux que Poilpot avait affecté, en 1889, à l'Exposition de la Compagnie générale Transatlantique, M. Eugène Pereire se propose d'édifier un pavillon où se dérouleront, d'une façon saisissante pour l'ouïe et la vue, les principaux événements dont les grands navires sont le théâtre. On verra le port de la Joliette à Marseille, le bateau levant l'ancre, et l'on entendra en même temps les conversations des badauds assistant au démarrage du paquebot, les adieux des passagers, le cri déchirant de la sirène annonçant le moment du départ. Dans d'autres scènes, on représentera la vie à bord, la salle des machines avec leur bruit strident, la passerelle du capitaine, dont on entendra les ordres, l'effort et le chant des matelots hissant l'ancre au cabestan, le grincement de la chaîne sur les galets, etc., etc. On montrera non seulement nos principaux ports, Marseille, le Havre, Bordeaux, Saint-Nazaire, les appontements de Pauillac, où s'embarquent les troupes pour Madagascar, mais aussi les ports éloignés des pays d'outre-mer, où vont les navires de la Compagnie. On montrera Fort-de-France, où les grands paquebots font du charbon; non seulement on y verra les négresses portant sur leur tête les lourds paniers d'osier chargés du précieux combustible, mais on entendra de temps en temps la cadence de leur chant bizarre, etc., etc. Dans la même séance, les touristes des voyages d'étude de la *Revue générale des Sciences* pourront se reconnaître, se voir et s'entendre, refaisant la croisière qui aura immédiatement précédé l'ouverture de l'Exposition.

L'accomplissement de ce programme est confié par la Compagnie générale Transatlantique aux trois créateurs du *cinémicrophonographe* : MM. Berthon, Dussaud et Jaubert.

Louis Olivier.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Cranz (Carl), *Professeur de Physique à l'Ecole Réale supérieure de Stuttgard.* — Compendium der theoretischen ausseren Ballistik. — *1 vol. in-8° de 512 pages avec 110 figures. (Prix : 25 fr.) B.-G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1897.

L'auteur de cet ouvrage n'est ni physicien de métier, ni manifestement artilleur; il n'a fait d'expériences personnelles ni sur la balistique de laboratoire, ni sur le champ de tir. En revanche, il a lu tout ce qui a trait à son sujet dans toutes les langues, et en donne un résumé fort bien fait. On ne cherchera pas, dans son ouvrage, des idées très nouvelles ou des faits inédits, comme dans l'œuvre d'un balisticien militant; mais on sera à peu près certain que toutes les expériences de quelque intérêt y sont consignées, et que chacune occupe un espace proportionné à son importance.

Ce *Compendium* est, d'ailleurs, aussi attrayant que puisse l'être un ouvrage essentiellement documentaire. Il débute par un court aperçu partant de Tartaglia, pour aboutir aux plus modernes balisticiens. On ne retrouvera plus, au cours de l'ouvrage, que ceux dont les travaux ont encore un rapport assez intime avec la balistique actuelle. Tartaglia fut peut-être le premier expérimentateur en balistique. Il établit la relation entre l'angle d'élévation et la portée maxima, et, après avoir erré quelques années sur la forme de la trajectoire, déclara, contrairement aux idées admises, que cette ligne s'écarte d'une droite dès le point de départ. Il était réservé à Galilée de montrer que la trajectoire d'un projectile est parabolique. Newton, Bernouilli, Euler développèrent successivement les calculs relatifs à la résistance de l'air, et tracèrent à la balistique sa vraie voie.

C'est de là que part l'auteur pour donner, dans les premiers chapitres, les notions élémentaires sur la trajectoire dans le vide et dans l'air, en même temps qu'un résumé très complet des expériences de toutes sortes sur la résistance de l'air.

Dès lors, le problème n'apparaît plus sous une forme simple : nous voyons la loi de la résistance de l'air représentée par des formules multiples, et l'équation de la trajectoire revêtir autant de formes diverses. On ne cherchera plus à donner, d'un seul coup, la solution complète de tous les problèmes balistiques, mais on aura recours aux méthodes approchées de Didion et de la célèbre Commission de Metz, qui servent de base aux procédés plus parfaits de Siacci, de Braccialini, de Hojel et enfin de Vallier.

Jusqu'ici, on a cherché surtout la relation entre la vitesse du projectile et la résistance de l'air. Nous arrivons au problème plus difficile encore de la forme du projectile, au sujet de laquelle les calculs élémentaires donnent des résultats absolument erronés. L'air ne se réfléchit pas sur les corps en mouvement, il y glisse, et c'est ce glissement dont l'expérience seule permet de déterminer l'effet. Puis viennent des questions plus délicates encore, celles de la dérivation et de la stabilité du projectile.

L'étude des déviations du projectile sphérique dues à sa rotation ramène à des expériences un peu oubliées, mais fort intéressantes de jet de bombes excentrées, et que l'on faisait, à volonté, tomber en avant ou en arrière du mortier, suivant la position du centre de gravité au départ. La théorie de ces déviations a été transportée, par quelques esprits superficiels, sur le projectile oblong des armes rayées. Malheureusement pour eux, la dérivation se produit en sens inverse de ce qu'indique cette idée par trop simpliste.

D'ailleurs l'idée du mouvement conique avec prépondérance au début dans le sens de la rayure n'est pas, semble-t-il, à la portée de tous les artilleurs. L'auteur — il faut bien rire un peu — reproduit l'opinion de deux capitaines prussiens qui, dans un manuel à l'usage des élèves-officiers, donnent comme raison de la dérivation le supplément de gravitation sur la partie droite du projectile, qui a une tendance à tomber plus vite que l'autre et entraîne le tout latéralement!

Le mouvement normal du projectile étant complètement étudié, l'auteur passe aux expériences de tir, après avoir donné les lois des écarts fortuits. Après un intéressant chapitre sur l'action destructive et la pénétration des projectiles, il décrit les appareils auxiliaires de la Balistique, les procédés de mesure des vitesses, depuis la cible tombante de Debooz, expérimentée à Rennes en 1854, jusqu'aux chronographes délicats employés aujourd'hui.

Cette rapide esquisse suffira peut-être pour caractériser l'intéressant ouvrage de M. Cranz, dans lequel les artilleurs retrouveront un exposé très complet de la science avec laquelle ils ont le plus de contact, tandis que les mécaniciens et les physiciens y verront l'exemple d'une discipline encore dans l'enfance à cause de son extrême complexité, consistant en un singulier mélange de données précises fondées sur la Mécanique rationnelle, et de lois approximatives et empiriques, dans le maniement desquelles la prudence est la meilleure des politiques.

Ch.-Ed. Guillaume,
Physicien au Bureau International des Poids et Mesures.

2° Sciences physiques

Ariès (E.), *Chef de bataillon du Génie.* — Chaleur et Energie. — *1 vol. in-16 de 168 pages de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire publiée sous la direction de M. H. Léauté, de l'Institut. (Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 fr.) Gauthier-Villars et G. Masson, éditeurs. Paris*, 1897.

Le petit livre de M. le commandant Ariès résume les principes de la Thermodynamique sous une forme peu répandue encore, mais que les lecteurs de la *Revue générale des Sciences* connaissent par les remarquables articles de M. G. Mouret sur la science de l'Energie, l'Entropie, etc.[1] Dans ces articles, au milieu de considérations philosophiques du plus haut intérêt, M. G. Mouret a nettement fait ressortir l'indépendance des principes relatifs à la chaleur. C'est également le point de vue adopté par M. le commandant Ariès, qui sépare son livre en deux parties, la première relative à la Chaleur, la seconde relative à l'Energie.

Dans la première partie, M. Ariès expose, sans le secours de formules mathématiques, les quatre principes qu'il considère comme les lois fondamentales de la science de la Chaleur. Les trois premiers sont des énoncés, sous une forme spéciale, des lois anciennement connues sur les phénomènes thermiques. Le quatrième, que M. Ariès propose de substituer au principe de Carnot-Clausius, s'énonce de la façon suivante : « Une machine thermique irréversible ne peut fonctionner avec une seule source de chaleur sans lui cé-

[1] Voyez G. Mouret : L'Entropie, sa mesure et ses variations, dans la *Revue* du 30 octobre et celle du 30 novembre 1895, et G. Mouret : Le Facteur thermique de l'évolution, dans la *Revue* du 30 décembre 1895.

der de la chaleur. » De ces principes M. Ariès déduit les lois des transformations réversibles et irréversibles, les propriétés du cycle de Carnot; il développe également la notion de l'entropie et arrive au théorème de Clausius sur l'augmentation de l'entropie.

Dans la deuxième partie, M. Ariès, appliquant son quatrième principe aux machines thermiques, — qu'il ramène à deux types, machines à une source, consommant toujours du travail, et machines à deux sources, pouvant soit produire, soit consommer du travail, — en déduit, comme corollaires, le principe de Carnot et le principe de l'équivalence.

Introduisant ensuite la notion de l'énergie, il énonce le principe de la conservation de l'énergie, qu'il considère comme une conséquence du principe de l'équivalence et de l'hypothèse qu'un système peut toujours être ramené d'un état à un autre par lequel il a passé antérieurement.

Enfin, il arrive à compléter son premier énoncé sous la forme suivante : « Une machine thermique irréversible ne peut fonctionner avec une seule source de chaleur sans lui céder de la chaleur et sans consommer du travail. » M. Ariès considère que ce principe peut servir de base fondamentale à la science de l'énergie et il en réduit la loi de dissipation de l'énergie.

Un quatrième chapitre est consacré à la traduction analytique des principes développés dans les chapitres précédents; on y trouve l'exposé des propriétés des fonctions caractéristiques de Massieu et de fonctions analogues, et l'application de ces formules à quelques cas particuliers.

La principale originalité de l'exposé de M. Ariès consiste donc à fonder la Thermodynamique sur un principe unique, à condition, il est vrai, de recourir à la considération d'un zéro absolu, tandis qu'en général on a recours à deux principes distincts. C'est là un point intéressant et qui suffit à recommander la lecture de cet ouvrage comparativement avec les articles de M. G. Mouret et les traités de M. Lippmann et de M. Poincaré.

G. Charpy,
Docteur ès sciences.

Chappuis (James), *Professeur de Physique à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures*, et **Berget** (Alphonse), *Attaché au Laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne.* — **Cours de Physique** (*à l'usage des candidats aux Ecoles spéciales*). — *1 vol. in-8° de 700 pages avec 465 figures.* (*Prix : 11 fr.*) *Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1898.

Le nouveau Cours de Physique que viennent de publier MM. Chappuis et Berget est destiné aux élèves des classes de Mathématiques spéciales; l'ouvrage a été spécialement composé dans ce but : les auteurs ne se sont donc point contentés d'extraire de leur excellent traité de Physique générale les chapitres répondant aux programmes des grandes écoles du Gouvernement.

Tout en se conformant à ces programmes, MM. Chappuis et Berget n'ont pas craint de rajeunir l'exposé de bon nombre de matières en tenant leurs lecteurs au courant des recherches récentes et en reléguant à l'historique les travaux qui, malgré leur mérite, ont perdu de leur importance et encombrent inutilement la mémoire des candidats. Signalons seulement, pour être bref : l'introduction de la notion de champ dès le début de la pesanteur, la théorie des phénomènes capillaires exposée par l'élégante méthode de M. Lippmann, un exposé, fort bien résumé et aussi complet qu'il peut l'être dans un ouvrage de cette nature, des travaux récents relatifs à la statique des fluides, etc., etc.

Pas une seule note au bas des pages; l'attention du lecteur n'est jamais distraite du texte, dont la matière est assez judicieusement choisie et groupée pour que toutes les parties soient, pour ainsi dire, également importantes.

Je lis dans la préface des éditeurs la phrase suivante : « La partie mathématique, dont souvent la prédominance voulue travestit la Physique en lui ôtant son caractère de science expérimentale, a été ramenée à de justes limites; » à ce mérite, qui n'est pas de peu d'importance, les auteurs ont joint celui de la clarté par laquelle se distinguait déjà leur traité de Physique générale; dans ces conditions le nouvel ouvrage de MM. Chappuis et Berget ne peut que rendre à l'enseignement des services qui lui assurent un succès égal à celui qu'a eu le premier.

Enfin, il serait parfaitement superflu d'insister sur la valeur typographique du nouveau traité de Physique : il suffit de rappeler qu'il sort des presses de MM. Gauthier-Villars.

E.-H. Amagat,
Correspondant de l'Institut.

Thomas (V.), *Préparateur de Chimie appliquée à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Contribution à l'étude de quelques Sels métalliques halogénés.** (*Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris.*) — *1 brochure in-8° de 90 pages. Gauthier-Villars et fils, éditeurs. Paris*, 1897.

Dans ce travail, M. Thomas s'est proposé d'étendre et de préciser nos connaissances actuelles relativement à la combinaison des oxydes d'azote avec les sels haloïdes. Le sujet était intéressant et pouvait conduire à des conclusions théoriques importantes, touchant la structure moléculaire probable de ces composés : l'auteur ne semble pas l'avoir compris ainsi, et, soit qu'il ait négligé ce côté de la question, soit qu'il n'ait pas réussi à l'élucider, ce dont il ne nous prévient pas, il se borne à nous donner des formules brutes ou d'allure dualistique qui sont loin de satisfaire l'esprit.

Comment, par exemple, devons-nous envisager les corps $4SnO^2$, Az^2O^5; SnO^2, $3SnOBr^2$, Az^2O^5 et $3SnCl^4$, $SnOCl^2$, Az^2O^5, dans lesquels nous voyons 4 atomes d'étain tétravalent unis à une molécule d'anhydride azotique? Sont-ce des combinaisons moléculaires, des anhydrides mixtes ou de véritables sels? L'auteur semble se ranger à cette dernière opinion, puisqu'il appelle le composé $3SnCl^4$, $SnOCl^2$, Az^2O^5 un *chloroazotate;* mais alors, quelle valence faut-il attribuer à l'étain dans ce groupement Sn^4O^8 où l'oxygène peut être presque entièrement remplacé par du chlore ou du brome?

Même difficulté pour le corps 5 (ou 6) Fe^2Cl^4, AzO que M. Thomas appelle un *chlorure nitrosé* et dans lequel nous voyons la valence du fer changer de parité, et enfin pour les combinaisons instables des sels haloïdes du fer avec le bioxyde d'azote, que l'auteur représente par les formules Fe^2Cl^4, 2AzO; 3 Fe^2Br^4, 4AzO; Fe^2Br^4, AzO et $5Fe^2I^4$, 4AzO, pour la seule raison qu'entre certaines limites de températures la quantité de bioxyde d'azote prise par les sels ferreux correspond à celle qui s'y trouve exprimée. Mais, ainsi que M. Thomas lui-même nous l'apprend, la richesse en azote de ces composés varie presque du simple au triple, suivant qu'on les a préparés à $-5°$ ou à $+20°$; pourquoi alors n'avoir pas appuyé leurs formules, ainsi qu'on le fait d'ordinaire, par une étude préalable de leur dissociation?

A part ces critiques, que l'auteur, je le répète, aurait pu éviter en se les faisant à lui-même, nous trouvons dans la thèse de M. Thomas une somme de travail considérable, justifiée par une masse de données historiques et analytiques. A signaler un certain nombre de corps nouveaux, dont quelques-uns sont cristallisés, par exemple les chlorures *nitrosés* ou *nitrés* $2Fe^2Cl^6$, AzO; Fe^2Cl^6, AzO; Fe^2Cl^4, AzO; $BiCl^3$, AzO^2; $SnCl^4$, AzO^2; Fe^2Cl^6, $2AzO^2$ et $2Fe^2Cl^4$, AzO^2, enfin une étude spéciale de l'absorption du bioxyde d'azote par les sels ferreux, qui conduit l'auteur à cette conclusion, assez paradoxale en apparence, que le chlorure ferreux possède en dissolution un poids moléculaire plus faible qu'à l'état de vapeur

L. Maquenne,
Maître de Conférences à la Sorbonne.

Coupin (H.), *Docteur ès sciences.* — **Ce qu'on peut voir avec un petit Microscope.** — *1 vol. in-18 de 120 pages avec 10 planches.* (*Prix : 2 fr.*) *Ch. Mendel, éditeur. Paris*, 1897.

3° Sciences naturelles

Martel (E.-A.). — **Irlande et Cavernes anglaises.** — 1 *vol. in-8° de 404 pages avec 121 gravures, 18 plans et coupes et 3 planches hors texte.* (*Prix : 6 fr.*) *Delagrave, éditeur. Paris*, 1897.

M. Martel continue, avec une ardeur infatigable, la série de ses brillantes découvertes. Les explorations dans les grottes sont particulièrement difficiles, dangereuses, et aléatoires pour les résultats. Pour une grotte intéressante, combien faut-il en visiter qui n'offrent aucun intérêt! C'est en les explorant par centaines que M. Martel est arrivé aux déductions générales théoriques qui ont apporté un appoint considérable aux études géologiques.

Cette fois, l'auteur nous conduit en Angleterre et en Irlande, mais il ne s'est pas borné aux recherches dans les cavernes. Il a été tout surpris de rencontrer un pays éminemment curieux et pittoresque et il a formé le projet de le faire connaître au public français. Son livre est une description géographique et archéologique de tout ce qu'on rencontre d'intéressant dans une région qui n'est que rarement visitée, et qui mérite le voyage. Les explorations parfois fort émouvantes des grottes, qui forment le fond de l'ouvrage, y sont enchâssées au milieu de descriptions, écrites d'une plume alerte, de tout ce qu'on trouve d'intéressant dans la contrée. Collines, vallées, lacs, falaises, dolmens, ruines, sculptures antiques, inscriptions, sources, roches curieuses, monuments cyclopéens, spécimens d'architecture ou d'orfèvrerie ancienne, blocs erratiques, allées couvertes, marmites de géants, chaussées basaltiques, arches naturelles, tout cela est décrit tour à tour et figuré par une multitude de photographies fort bien reproduites qui doublent l'intérêt du livre. Cet ouvrage montre que l'auteur sait voir et apprécier les beautés qu'il rencontre, malgré les préoccupations de ses recherches difficiles et dangereuses. J. Vallot,

Directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc.

Andreasch (Fr.), *Adjoint à l'Etablissement impérial d'enseignement de l'industrie du Tannage à Vienne.* — **Gährungserscheinungen in Gerbbrühen** (Les fermentations en Tannerie.) — 1 *brochure in-16 de 108 pages. Extrait de la « Fachzeitschrift der Gerber ». Vienne*, 1897.

Au point de vue pratique, les phénomènes de fermentation qui se passent dans les fosses de tannerie peuvent être divisés en deux classes : les uns normaux et concourant utilement au résultat cherché par le tanneur, les autres anormaux et plus ou moins préjudiciables.

Parmi les fermentations normales, la plus importante est la fermentation acétique. L'acide acétique est toujours produit en deux temps : d'abord, transformation du sucre des matières tannantes en alcool par les levures alcooliques, puis combustion de cet alcool par les bactéries acétiques. Vient ensuite la fermentation lactique. L'acide l'actique est fabriqué aux dépens du sucre et d'autres hydrates de carbone par certaines bactéries, et aux dépens du sucre seul par les levures lactiques. Cette fermentation lactique normale se développe surtout dans les jus riches en azote, apporté soit par les matières tannantes, soit par les peaux.

A côté de ces microorganismes dont le rôle est utile, se rencontrent aussi des bactéries qui peuvent parfois devenir nuisibles. L'invasion de ces bactéries reconnaît plusieurs origines : tantôt c'est l'addition dans la fosse de vieux jus provenant des opérations antérieures, tantôt c'est l'introduction de peaux ayant passé par des fosses infectées; l'air et l'eau, les écorces, mais surtout les peaux imprégnées de matière sébacée et souillées d'excréments, en apportent aussi leur contingent. Ces bactéries s'adaptent plus ou moins à la réaction acide des jus ainsi qu'à la présence du tannin; leur faculté d'adaptation à ces conditions est toutefois moins grande que celle des levures, de sorte qu'elles dominent surtout dans les bains vieux et affaiblis. Elles dissolvent une partie des matières azotées des peaux et leur font perdre du poids, mais elles ne les endommagent sérieusement que lorsque les jus deviennent alcalins. Les bactéries en question décèlent leur présence par la formation d'acide butyrique qui, dans les fosses marchant bien, ne se rencontre jamais qu'à l'état de traces. Il n'est pas rare non plus d'observer la fermentation visqueuse.

Le tannin n'est attaqué que par les moisissures. Au contraire, les éléments peu solubles des matières tannantes et, en particulier, les substances colorantes, sont altérés par l'action combinée de l'air et des acides organiques.

La conclusion pratique qui se dégage de ces recherches, c'est qu'il y aurait avantage à enrichir les jus, dans lesquels les éléments fermentescibles se trouvent en quantité insuffisante, par l'addition de glucose et de levure alcoolique, ou bien d'alcool tout formé qui se transformerait rapidement en acide acétique. La fermentation lactique normale pourrait également être favorisée par l'addition de levure lactique et de substances nutritives convenablement choisies.

Ce travail très étendu et très consciencieusement fait, dont notre analyse ne donne qu'un aperçu fort abrégé, vient de l'Institut fondé à Vienne, il y a quelques années, spécialement en vue de soumettre à des recherches scientifiques les différentes branches de l'industrie du cuir. On regrette seulement de n'y trouver aucune mention des travaux antérieurs tels que celui de MM. Ch. Colin et L. Benoît. Ch. Répin,

Attaché à l'Institut Pasteur.

4° Sciences médicales

De Fleury (Dr Maurice), *Ancien interne des Hôpitaux.* — **Introduction à la Médecine de l'Esprit.** — 1 *vol. in-8° de 477 pages.* (*Prix : 7 fr. 50.*) *Félix Alcan, éditeur. Paris*, 1897.

Dans cet ouvrage tout est original, le fond, la forme et même le titre. A première vue on est frappé de l'étrangeté des chapitres, dont on ne saisit pas tout d'abord le lien. Mais dès que l'on commence à lire ces pages d'un style particulièrement attrayant, l'auteur vous conduit avec tant d'habileté à travers un dédale de faits, synthétisés avec art, que le sujet traité se déroule suivant les lois de la logique la plus limpide.

Il nous fait pénétrer au début à la Salpêtrière, et, suivant en cela l'enseignement de Charcot, il expose, à l'aide de faits précis et d'observations caractéristiques, les phénomènes de l'hypnotisme tels qu'ils se présentent actuellement. A toutes les époques, quelques observateurs, avaient été frappés par ces phénomènes à peine entrevus. Mais l'esprit humain ne s'accommode guère d'une lueur, et, devant l'impossibilité de connaître la vérité, il la fabrique. Puis il oublie aussitôt ses droits d'auteur, et le produit de son imagination devient un dogme sacré pour lequel il se fait tuer quelquefois, mais plus souvent il aime mieux faire brûler les autres.

Aussi est-ce avec la plus extrême prudence que Charcot a pénétré dans ce sanctuaire, y apportant la méthode scientifique avec la rigueur expérimentale. Et lorsque par l'expérimentation il reproduisait, à l'aide de quelque malade, devant un auditoire d'élèves, ces phénomènes étranges, qui avaient bouleversé l'esprit des foules, il éprouvait lui-même quelque appréhension en présence de l'édifice qu'il ébranlait et des horizons nouveaux qu'il entr'ouvrait.

M. Maurice de Fleury était l'un de ses jeunes disciples, et, avec l'ardeur des premiers efforts, il pénétrait sur ce terrain nouveau : il avait été lui-même suggestionné par l'enseignement du maître.

Telle est l'origine de son *Introduction à la Médecine de l'Esprit.* Reproduire par l'hypnotisme les faits

psychologiques, les analyser, les dissocier, rechercher leurs causes, leurs effets, c'est ouvrir un champ nouveau à la méthode expérimentale.

M. M. de Fleury n'hésite pas à appliquer à la Psychologie cette méthode qui est la gloire de la science moderne, et d'emblée il pénètre dans le domaine de la pratique en étudiant la justice.

La démonstration de la responsabilité des criminels atténuée ou abolie par l'hérédité, le milieu, l'alcool, les malformations et la débilité native, est venue jeter le trouble dans l'âme des magistrats. « Philosophiquement, dit M. de Fleury, on ne saurait être plus responsable des lésions et des troubles fonctionnels de son cerveau, que du mauvais fonctionnement de son cœur ou de son poumon. Les criminels ne sont précisément que des malades de la volonté, puisque leur volonté a été trop débile, trop paraysée pour repousser leurs impulsions mauvaises. »

Si cette considération était définitivement établie, le rôle du juge serait orienté tout différemment de ce qu'il est aujourd'hui. Il serait plus conforme à la réalité : au lieu de s'inspirer de l'idée barbare de vengeance et du droit de punir, le devoir de la préservation sociale guiderait ses décisions. Dès lors il pourrait atténuer la peine de celui qu'il croit curable, et appliquer la peine de mort à ceux qu'il considère comme inguérissables et dont l'exemple lui paraît capable de déterminer la contagion psychique des individus déjà déséquilibrés et que la crainte retient. Les magistrats ne font, il est vrai, qu'appliquer les lois, mais, s'élevant au-dessus d'une application souvent étroite et cruelle, ils doivent considérer que leur rôle de préservateur social ne se borne pas à punir, mais souvent à relever un caractère qu'un accès de débilité de la volonté a momentanément fait déchoir.

M. M. de Fleury indique la principale source de la criminalité en France : c'est l'alcoolisme. Or, l'Etat n'est nullement désarmé contre cette grande cause de dégénérescence; mais il faut avant tout qu'il cesse de spéculer lui-même sur l'alcool pour ses finances et de s'en servir comme un séducteur politique électoral.

Dans son chapitre sur les médecins et la littérature, M. de Fleury se montre sous le jour d'un littérateur érudit et d'un esprit critique des plus fins.

Il aborde cette question, si souvent débattue, des rapports du talent et de la folie. Il analyse l'état psychologique de nos plus illustres littérateurs et il conclut en disant : « Presque tous ceux que nous connaissons, les plus exaltés, les plus lyriques, les plus martyrs de leur œuvre, les plus tourmentés par la vie, ne sont que des neurasthéniques, des déséquilibrés, comme tous les civilisés à l'extrême. Leur raison ne sombrera pas. Beaucoup d'entre eux, au sortir des méditations sublimes, trouvent encore assez de lucidité calme pour très bien mener leurs affaires. »

Cette étude le conduit à rechercher les causes de cette fatigue dont souffrent aujourd'hui tant d' « intellectuels ». Toute excitation excessive de l'un ou l'autre de nos sens aboutit au total à de l'épuisement durable. La fatigue insuffisamment réparée, c'est là l'origine de la neurasthénie, « la mère de la dégénérescence héréditaire ». M. de Fleury ne se borne pas à indiquer les sources du mal, il pénètre sur le terrain de la Thérapeutique et il montre comment, selon lui, on peut prévenir le mal et même le guérir. Le repos, l'entraînement et la stimulation méthodique des centres nerveux, tels sont les points importants de son traitement.

La deuxième partie de l'ouvrage est consacrée à une « morale médicale » et l'auteur s'attaque d'emblée à la mère de tous les vices en montrant que la paresse n'est en réalité qu'une forme de névropathie aisément curable par des procédés médicaux. Il démontre par des exemples assez piquants que l'on rencontre la paresse chez des esprits où l'on s'attendrait le moins à la trouver : J.-J. Rousseau, Gœthe, Darwin, Balzac, etc.

Quand un esprit élevé souffre de cet épuisement rapide qui caractérise la paresse, il s'en affecte, et la tristesse devient chez lui la face adjacente de cette même névropathie. La recherche de la tension artérielle est l'expression objective des sentiments, et, dans un tableau fort curieux, M. de Fleury établit l'échelle avec des chiffres précis, correspondant aux différents « états de l'âme » ; la fureur et la colère occupent les échelons les plus élevés; aux plus inférieurs on trouve la timidité, la tristesse, la fatigue, la paresse, la crainte, la terreur. — La thèse soutenue par M. de Fleury acquiert tout son éclat dans l'étude de l'intoxication amoureuse et la thérapeutique de l'amour. Il faut lire tous ces développements empreints d'une grande originalité, où l'amour sentimental rentre dans un sous-chapitre de la toxicologie au même titre que l'alcool, l'éther, l'opium, le tabac, le haschisch, la morphine, la cocaïne, etc.

Quant à la colère, elle dépend d'une dilatation très intense des petites artères du cerveau, et elle est justiciable d'un traitement dirigé dans cet ordre d'idées. J'ai d'ailleurs entendu mon savant maître le professeur Potain, raconter que des individus, à la suite d'un accès de colère, étaient restés atteints du goître exophtalmique. — M. de Fleury termine son ouvrage par une esquisse de ce qu'il appelle la morale moderne, dans laquelle les modifications de l'état physique occupent une place fort importante; il ajoute qu'il s'est contenté de contribuer à asseoir les fondations d'un édifice qu'il faudra des siècles pour bâtir et qui jamais ne sera fini. Puis, dédiant son livre à ses confrères de la profession médicale, il termine par cette phrase de sobre éloquence : « Puisse-t-il communiquer aux médecins qui voudront bien le lire, un peu d'enthousiasme pour leur mission magnifique, et leur donner en même temps que la conscience de leur pouvoir, le sentiment intime de tout ce qu'il y a de grand à être bon, à vouloir remorquer un peu la lente humanité dans son évolution, imperceptible et perpétuelle pourtant, vers le minimum de douleur, de laideur, de désordre, où paraît tendre l'Univers. »

Dr Maurice Springer.

5° Sciences diverses

Kums (Dr A.). — **Les Choses naturelles dans Homère.** — *1 vol. in-8° de 196 pages. (Prix : 5 fr.). J.-E. Buschmann, éditeur à Anvers, et F. Alcan, éditeur à Paris*, 1897.

M. le Dr A. Kums a eu la bonne pensée de recueillir dans les œuvres d'Homère toutes les allusions faites aux connaissances scientifiques de son temps, et il a ainsi composé un volume plein d'intérêt, qui nous renseigne sur les idées que les Grecs se faisaient alors de la Nature. Les érudits y trouveront d'importants documents sur la Météorologie, sur les bêtes sauvages que chassaient les guerriers eux-mêmes, sur les animaux employés à la garde des maisons et aux travaux agricoles, enfin sur les pratiques médicales en vigueur à l'époque de la guerre de Troie.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 Décembre 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **F. Rossard** adresse ses observations de la planète (DL) Charlois (1897, nov. 23), faites à l'équatorial Brunner de l'Observatoire de Toulouse. — M. **Jean Mascart** poursuit l'application de la méthode des moindres carrés à la recherche des erreurs systématiques, spécialement dans les observations astronomiques (détermination du nadir, etc.). — M. **Maurice Hamy**, comme suite à ses recherches sur le développement approché de la fonction perturbatrice, étudie la valeur asymptotique de certaines intégrales définies qui renferment un facteur élevé à une haute puissance. — M. **Emile Picard** recherche si certaines intégrales doubles peuvent jouer un rôle, dans la théorie des surfaces algébriques, analogue à celui que jouent les intégrales abéliennes de seconde espèce dans l'étude des courbes. — M. **C. Guichard** montre que deux réseaux O qui ont la même équation aux dérivées partielles sont associés. — M. **P.-H. Schoute** indique comment on peut déterminer les focales planes d'une courbe plane à un ou plusieurs axes de symétrie. — M. **H. Riquier** démontre l'existence d'intégrales dans certains systèmes différentiels. — M. **Michel Frolow** adresse une note sur l'égalité à deux angles droits de la somme des angles d'un triangle rectiligne. — M. **Bassot** a étudié la stabilité de la Tour Eiffel. Pour cela, il a comparé, pendant un certain nombre de jours, la position du paratonnerre à celle d'un repère fixe, et il a constaté que le sommet de la tour est soumis à un mouvement de torsion dû aux agents atmosphériques et aux dilatations inégales. Toutefois la position moyenne du sommet n'a subi aucun déplacement appréciable entre le mois d'août 1896 et le mois d'août 1897.

2° Sciences physiques. — MM. **Crova** et **Hansky** décrivent les observations actinométriques qu'ils ont faites sur le Mont-Blanc au moyen du nouvel actinographe de M. Crova. On a obtenu, dans des circonstances peu favorables, des valeurs de la constante solaire égales à 3,4 calories. Il est permis de penser qu'on arrivera à dépasser 4 calories. — M. **V. Crémieu** a observé la production et la propagation des vibrations à trajectoire elliptique dans les gaz. Il se servait de fils de quartz très minces suspendus, dont l'extrémité libre décrivait toutes les courbes prévues; les mouvements vibratoires étaient produits par deux diapasons. — M. **Edouard Branly** a repris ses études sur la conductibilité électrique des substances conductrices discontinues, à propos de la télégraphie sans fil. La limaille doit être très fine et comprimée légèrement jusqu'à ce qu'elle devienne un peu conductrice; elle est ainsi prête à servir; un choc la ramène à son état primitif. On peut également utiliser un mélange de limaille conductrice et de corps isolant. — M. **G. Sagnac** poursuit son étude sur la transformation des rayons X par les métaux. Les rayons X se diffusent sur les métaux polis sans réflexion régulière appréciable. Les rayons secondaires, qui émanent des métaux frappés, se propagent rectilignement, sans diffraction et réfraction sensibles. Ils ne se réfléchissent pas sensiblement et se diffusent sur de nouveaux miroirs à la façon des rayons X eux-mêmes. — M. **Virgilio Machado** a observé, dans les tubes de Crookes, une ombre circulaire située en face de la cathode et délimitant une région tronconique où il n'y aurait pas de rayons cathodiques. — M. **Louis Besson** donne la description d'un appareil qui permet de déterminer mécaniquement la direction moyenne du vent, connaissant sa fréquence dans les seize directions principales. — M. **A. Leduc** montre qu'en comparant les densités observées pour les gaz à diverses températures avec les densités calculées par sa méthode, on peut en déduire s'il y a dissociation ou polymérisation. Il semble ainsi que le chlore vers 1400° commence à se dissocier. — M. **A. Colson** a continué ses études sur le déplacement des acides fixes dans les sels par des acides gazeux. Ainsi le gaz chlorhydrique décompose les phosphates normaux, le gaz sulfhydrique sec, le sulfate d'argent. Mais, dans ces cas, l'acide phosphorique ou l'acide sulfurique mis en liberté se décomposent ou réagissent sur l'acide gazeux et la réaction devient irréversible. — M. **A. Joannis** a préparé un sulfate cuivreux en faisant réagir du cuivre sur du sulfate de cuivre en solution et en faisant passer un courant d'oxyde de carbone. Ce gaz favorise la réaction en se combinant au sulfate cuivreux formé; ce corps n'a pu être encore isolé. — MM. **Wyrouboff** et **A. Verneuil**, au sujet de la récente communication de M. O. Boudouard, pensent que les différences de poids atomique trouvées pour le cérium par ce savant proviennent d'impuretés, et qu'après s'en être débarrassé, on trouvera un poids atomique fixe et unique pour les cériums de toute provenance. — M. **Marcel Delépine** a constaté que l'aldéhydate d'ammoniaque est l'hydrate d'une nouvelle base, l'éthylidène-imide ($CH^3—CH=AzH)^3$, encore inconnue, et qu'il a préparée. — M. **H. Causse** montre que les orthophénols ont la propriété de former avec l'oxyde d'antimoine des substances pouvant être considérées comme les dérivés d'un radical ($C^6H^4O^2=Sb$) ou antimonyle-pyrocatéchine. Ce radical fixe les halogènes pour donner des combinaisons caractéristiques. Cette réaction permet de séparer les orthodérivés de leurs isomères. — M. **G. Patein** a étudié la nature des combinaisons de l'antipyrine avec les aldéhydes. 1° L'union se fait par le carbone; c'est le seul mode de combinaison. Jamais elle ne se fait par l'azote. 2° Dans ces combinaisons, qui sont de véritables dérivés du méthane, l'atome d'azote uni au méthyle a perdu la faculté de s'unir au chloral et aux phénols. 3° Le chloral, ou aldéhyde trichlorée, ne peut s'unir à l'antipyrine que par l'azote et jamais par le carbone, comme les aldéhydes non substituées. — M. **J.-W. Pickering** a constaté que, si l'on chauffe des nucléo-albumines en tube scellé avec du chlorure de calcium anhydre, on obtient des substances cristallisées de constitution inconnue. Si l'on chauffe ces cristalloïdes pendant quatre heures, en tube scellé, avec du perchlorure de phosphore, et que l'on sépare le produit de la réaction par l'ammoniaque, on obtient des substances colloïdales qui, par leurs propriétés chimiques et physiologiques, ne peuvent être distinguées des colloïdes de synthèse de Grimaux. — M. **L. Guéroult** annonce que les résultats très favorables, obtenus par la substitution partielle de l'acide métastannique au plomb dans la potée d'étain servant au polissage du cristal, se sont continués jusqu'à présent. A Baccarat, les accidents saturnins ont complètement disparu.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Ranvier** décrit les premières modifications qui surviennent dans les cellules fixes de la cornée, au voisinage des plaies de cette membrane. La plaie se recouvre de cellules épithéliales provenant du glissement de l'épithélium antérieur circonvoisin; puis les cellules fixes émettent des prolongements bourgeonnants du côté des lèvres de la plaie. — MM. **J. Kunstler** et **P. Busquet** pensent que les formations diverses comprises sous la dénomination

générale de *grains rouges* pourraient avoir pour lien commun un phénomène particulier de diffraction, sans présenter aucune autre valeur morphologique commune. — M. P. **Mégnin** établit qu'il y a un grand nombre d'espèces de rougets; ils ne sont pas répartis uniformément et attaquent indifféremment les divers Mammifères. — M. S. **Jourdain** a étudié le développement du *Trombidium holosericeum;* il présente les phases suivantes : 1° larve embryonnaire se constituant à l'intérieur de la coque de l'œuf et privée de mouvement; 2° larve proprement dite, hexapode, libre, parasite; 3° nymphe fixée; 4° octopode sexué. — M. H. de **Lacaze-Duthiers** présente un ouvrage intitulé : « Les manuscrits de Léonard de Vinci; de l'Anatomie. » Il fait remarquer, à cette occasion, combien étaient profondes pour l'époque (1510) les connaissances anatomiques du grand artiste, connaissances qu'il devait uniquement à ses dissections personnelles. — M. **Alexandre Poehl** résume les effets physiologiques et thérapeutiques de la spermine, tels qu'ils découlent des expériences faites depuis plusieurs années par un grand nombre de médecins. La spermine excite les phénomènes d'oxydation et favorise ainsi l'élimination, sous forme de produits inoffensifs, des divers déchets organiques. Toutefois, les auto-intoxications intestinales ne sont pas sensiblement influencées par la spermine. — MM. **A. Desgrez** et **M. Nicloux** ont constaté que le chloroforme peut se décomposer dans l'organisme en donnant naissance à de l'oxyde de carbone. La fixation de ce gaz sur l'hémoglobine expliquerait certains accidents consécutifs à l'anesthésie. — M. **C. Phisalix** a trouvé qu'il existe dans le venin de frelons une substance qui a la propriété d'immuniser les animaux contre le venin de vipère. Cette substance n'est pas détruite par un chauffage à 120°; elle est en partie retenue par le filtre; elle est soluble dans l'alcool; ce n'est pas une matière albuminoïde, ni un alcaloïde. — MM. **Bergonié** et **Carrière** comparent les résultats qu'ils ont obtenus par l'emploi des méthodes cliniques ordinaires et de l'examen fluoroscopique dans les épanchements pleurétiques. — M. **V. Oméliansky** décrit un bacille, se présentant sous forme de bâtonnets droits excessivement ténus, et qui se développe sur la cellulose pure en produisant une fermentation qui rentre dans le cadre des fermentations butyriques. — M. **Henri Devaux** a étudié la respiration des gros troncs d'arbre et a constaté qu'elle se fait par des lenticelles, généralement aussi largement ouvertes que celles des rameaux. Les lichens appliqués sur les écorces ne les ferment pas sensiblement. — M. **E. Roze** a trouvé que la maladie des châtaignes est due au double envahissement du fruit par le *Pseudocomnis vitis* et l'*Aspergillus glaucus*, lequel est favorisé par l'humidité. — M. **C.-Eug. Bertrand** décrit un charbon à gaz trouvé dans le Northern Coal Field de la Nouvelle-Galles du Sud. Il diffère du Kerosene shale en ce qu'il contient beaucoup moins de gélose. — MM. **Ernest Chantre** et **C. Gaillard** décrivent la faune du gisement sidérolithique éocène de Lissieu (Rhône). Elle comprend des restes de Carnassiers, de Pachydermes, de Lémuriens. — M. **Duclaux** montre que la contamination des puits, signalée par M. Martel pour les terrains calcaires fissurés, se produit également dans les terrains perméables et poreux, avec cette différence pourtant que la nitrification peut parfois intervenir et détruire les matières organiques apportées par l'eau avant qu'elles aient atteint la nappe souterraine des puits.

Séance du 13 Décembre 1897.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Poincaré** communique quelques considérations nouvelles sur les périodes des intégrales doubles. — M. **C. Guichard** indique de nouvelles propriétés des réseaux conjugués ou harmoniques à des congruences, qui lui permettent de déduire de chaque congruence des congruences analogues dans l'espace à n dimensions. — M. **J. Le Roux** étend aux équations linéaires aux dérivées partielles d'ordre supérieur quelques-unes des propriétés des équations du second ordre; il indique une forme analytique des intégrales. — M. **Riquier** applique la méthode des fonctions majorantes à certains systèmes différentiels. — M. **E. Vessiot** communique une double généralisation des équations de Lie. — M. **P. Painlevé** étudie quelques cas d'instabilité dans le voisinage d'une position d'équilibre où la fonction de forces n'est pas minima. Sa méthode lui permet d'affirmer l'instabilité de l'équilibre dans des cas où les forces ne dérivent pas d'un potentiel. — M. **Raoul Bricard** a étudié le déplacement d'un plan dont tous les points décrivent des lignes sphériques, dont les centres appartiennent aussi à un plan. La solution du problème est un système articulé formé de deux plans, dont les points sont réunis deux à deux par des tiges rigides. — M. **W. Stekloff** donne la solution du problème de la distribution de l'électricité et du problème de C. Neumann pour les surfaces convexes ayant la courbure finie et déterminée. — MM. **J. Perchot** et **W. Ebert** décrivent une nouvelle méthode pour déterminer la verticale. L'instrument dont ils se servent est un miroir argenté flottant sur un bain de mercure. Le plan déterminé par le fil du micromètre d'une lunette et le centre optique de l'objectif est perpendiculaire au miroir quand le fil coïncide avec son image. La moyenne des lectures obtenues en faisant les coïncidences pour deux positions du miroir, à 180° l'une de l'autre, détermine la verticale. — M. **Lœwy** présente la « Connaissance des Temps pour 1900 » et l' « Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1898 » et indique les principales améliorations apportées à la composition de ces deux volumes.

2° Sciences physiques. — M. **J. Janssen** décrit les travaux exécutés en 1897 à l'Observatoire du Mont-Blanc; ils se rapportent principalement à la détermination de la constante solaire et à des analyses d'air. — M. **Georges Méker** a constaté que, si l'on incorpore du platine finement divisé à un mélange fondu de bromure et de sulfate d'ammonium, le métal est attaqué et il se produit du bromoplatinate d'ammonium rouge qu'on peut ensuite isoler. — M. **A. Besson** a obtenu de l'oxyde phosphoreux P^2O en faisant réagir à chaud PCl^3 sur H^3PO^3; ce corps prend également naissance par oxydation directe du phosphore dans certaines circonstances. — M. **C. Matignon** a constaté que le carbure de sodium possède une activité chimique remarquable, incomparablement plus grande que celle du carbure de calcium. Les actions qu'il provoque sont presque toujours très violentes; le carbure est alors décomposé partiellement avec mise en liberté de charbon, et le sodium intervient dans la réaction comme s'il était libre. — M. **A. Béhal** a isolé de l'huile lourde que l'on obtient en distillant le goudron de bois, une série de cétones cycliques. Il les enlève au mélange qui les contient par une solution aqueuse saturée d'acide chlorhydrique. Il les sépare en les transformant en oximes, puis en dérivés benzoylés. — MM. **H. Imbert** et **A. Astruc** ont constaté les faits suivants : L'acide glycérophosphorique est acide à l'héliantine et à la phénolphtaléine. Si, à un volume déterminé d'acide, on ajoute une quantité exactement suffisante de solution de soude pour neutraliser à l'héliantine, on constate que le liquide est encore acide à la phtaléine. La neutralisation n'a lieu qu'après addition d'un volume égal de la solution de soude. Les auteurs basent sur ces faits un procédé de dosage rapide et rigoureux de l'éther acide dont il s'agit. — MM. **H. Imbert** et **G. Belugou** ont mesuré les chaleurs de neutralisation de l'acide glycérophosphorique. Les quantités de chaleur dégagées par l'addition d'une première, puis d'une seconde molécule d'alcali, sont à peu près les mêmes que pour l'acide phosphorique. — M. **Œchsner de Coninck** a constaté que les enfants rachitiques éliminent, par leurs urines, une quantité considérable de chaux.

3° Sciences naturelles. — M. **L. Ranvier** décrit les premières modifications des nerfs dans les plaies simples de la cornée. Les fibrilles qui ont été séparées,

par la section, de leurs cellules nerveuses d'origine ont été mangées par les cellules épithéliales qui les avoisinent. Celles qui se trouvent encore en rapport de continuité avec leurs cellules d'origine végètent avec une rapidité et une activité que rien ne pouvait faire prévoir. — M. **J.-J. Andeer** a découvert dans le péritoine, sous la couche épithéliale dans laquelle s'ouvrent les ostioles, un tissu microtubulifère, qui donne naissance aux microcytes. Les microcytes, envoyés dans la circulation générale, se transforment en grande partie en globules sanguins. — M. **C. Phisalix** a reconnu que les sels biliaires exercent, vis-à-vis du venin de vipère, la même neutralisation chimique que la bile entière. Dans les deux cas, cette propriété est détruite par un chauffage à 120° pendant vingt minutes. Ils possèdent aussi une action vaccinante, mais non antitoxique. La cholestérine pure immunise aussi contre le venin de vipère. — M. **Ed. Spalikowsky** a recherché les Entozoaires dans la population de la Normandie; il conclut que l'helminthiase y est relativement très fréquente. — M. **Ad. Chatin** continue l'étude de la signification du nombre et de la symétrie des faisceaux libéro-ligneux du pétiole dans la mesure de la perfection des végétaux. — M. **Paul Parmentier** étudie la notion de l'espèce en Botanique; d'après lui, ce doit être l'ensemble des végétaux, appartenant à la même division phylétique, qui possèdent tous les mêmes caractères morphologiques et anatomiques exprimés à des degrés différents. — M. **H. Ricome** a constaté que les divers rameaux de beaucoup d'inflorescences présentent entre eux des différences anatomiques. Dans les rameaux dont la direction est voisine de la verticale, la symétrie est normale. Dans les rameaux très inclinés par rapport à la verticale, cette symétrie est plus ou moins troublée : les tissus d'assimilation, de soutien et même les tissus vasculaires offrent une structure bilatérale. — M. **L. de Launay** donne quelques indications sur la géologie des îles de Mételin et de Lemnos dans la mer Égée.

LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 7 Décembre 1897.

M. le Président annonce le décès de M. **Cornevin**, correspondant national. — L'Académie procède à l'élection d'un membre dans la Section de Physique et Chimie médicales. M. **Pouchet** est élu. — M. **Laveran** présente un rapport sur un travail de M. **Lapeyrère**, ayant pour objet la purification de l'eau de boisson du soldat en campagne. L'auteur se sert d'une poudre renfermant de la chaux vive, de l'alun, du carbonate de soude et du permanganate de potasse. La purification s'opère soit dans un filtre de poche, soit dans un bidon-filtre, dont la matière filtrante, — qui est du molleton de laine à longs poils des Pyrénées ayant subi diverses préparations, — réduit le permanganate en excès dans l'eau. Le rapporteur constate qu'on arriverait aux mêmes résultats avec le permanganate seul. — M. **Roux** lit le rapport sur le Prix Audiffred. — M. **Péan** a pratiqué l'extraction de deux projectiles ayant pénétré dans l'intérieur du crâne, d'après les indications données par le procédé radiographique de M. Mergier. Celui-ci consiste à placer entre l'objet à radiographier et la plaque deux fils métalliques dont on note la position. En la comparant avec leur projection sur l'épreuve radiographique, on a ainsi des points de repère. — MM. **Hennecart** et **Pillot** ont diagnostiqué par la radiographie un corps étranger métallique, non soupçonné, dans l'annulaire droit, et l'ont extirpé. — M. le Dr **Gilles de la Tourette** lit un travail sur le traitement du tabès par l'élongation de la moelle. — M. le Dr **Kraus** donne lecture d'un mémoire sur la voix eunochoïde. — M. le Dr **Garnault** a observé des accidents rhumatoïdes très graves, à la suite de cinq injections de sérum antidiphtérique dans le traitement d'un cas d'ozène parasyphilique. — M. **Heide** lit un mémoire sur un nouvel appareil prothétique.

Séance du 14 Décembre 1897.

Séance publique annuelle pour 1897. M. **Cadet de Gassicourt** donne lecture du rapport général sur les prix décernés en 1897. — M. le Président proclame le résultat des concours de 1897 et les prix proposés pour 1898, 1899 et 1900. — M. **J. Bergeron** prononce l'éloge de Joseph Caventou.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 Novembre 1897.

M. **Bloch** a constaté que les traumatismes, faibles ou forts, exercés sur la peau, déterminent une congestion paralytique des capillaires des points lésés; cet état congestif augmente ensuite la sensibilité de la peau. — MM. **Widal** et **Sicard** ont remarqué que, chez les animaux à sang froid (grenouille, tortue, crocodile), qui résistent à de très fortes doses de toxines, les humeurs acquièrent rapidement après l'injection des propriétés agglutinantes. Le pouvoir agglutinant est donc bien une réaction d'infection. — MM. **Dastre** et **Floresco** ont trouvé du fer dans le foie d'un grand nombre d'Invertébrés; comme ces animaux n'ont pas de sang, on peut conclure qu'une partie au moins du fer qui se trouve dans le foie des Vertébrés ne provient pas de la destruction des hématies. — M. **Gérard** a constaté que la salive des épileptiques contient plus de matières salines que la salive normale, et a un pouvoir saccharifiant plus grand. — M. **Bousquet** a rencontré, dans un cancer de l'estomac du cheval, des corps ressemblant à des Spozoaires.

Séance du 4 Décembre 1897.

M. **C. Phisalix** a remarqué que le venin de frelon, inoculé à petites doses au cobaye, lui confère une forte immunité contre le venin de vipère. La matière vaccinante du venin n'est pas détruite par un chauffage à 120° pendant vingt minutes. Cette substance est soluble dans l'alcool; ce n'est ni un albuminoïde, ni un alcaloïde. — M. **Yvon** a étudié l'élimination du soufre et de la magnésie dans les urines. Administrés en nature et à l'état insoluble, ils s'éliminent plus lentement, mais en proportion plus considérable que si on les ingère simultanément sous forme de sulfate de magnésie soluble. — MM. **Bar** et **Mercier** ont constaté, dans les urines de trois femmes éclamptiques, la présence d'une albumine particulière, soluble dans de petites quantités d'acide acétique. Cette albumine est abondante avant et pendant les abcès, puis disparaît peu à peu. — M. **Hallion** annonce qu'on peut injecter impunément à des chiens de l'eau de mer, ramenée à l'isotonie du sérum sanguin, tandis que les injections de sérum artificiel (solution saline) sont toxiques à partir d'un certain point. — M. **Dejerine** a observé une vieille femme, qui succomba à un cancer de l'utérus, et qui présentait un zona ophtalmique avec paralysie faciale périphérique. Les branches périphériques du facial présentaient les marques d'une névrite intense. — M. **d'Hardivillers** adresse une note sur le développement des bronches dans l'embryon de mouton.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 26 Novembre 1897.

M. **H. Moissan** communique les expériences exécutées avec M. **J. Dewar** sur la liquéfaction du fluor. — M. **Carnot** a isolé un certain nombre de combinaisons bien définies, formées dans les aciers après introduction de phosphore, d'arsenic, de silicium, de chrome et de manganèse. On arrive à ce résultat en attaquant les aciers soit par les acides étendus, soit par le chlorure de cuivre. — M. **Delépine**, en abandonnant dans le vide sur l'acide sulfurique de l'aldéhydate d'ammoniaque, a obtenu l'éthylidèneimine $CH^3 - CH = AzH$. L'auteur a fait l'étude thermochimique des deux corps et a déterminé leur poids moléculaire par la méthode

cryoscopique et par la densité de vapeur. En solution, ces corps correspondent à des composés de poids moléculaire triple ou quadruple. La densité de vapeur de l'éthylidèneimine est normale ; celle de l'aldéhydate correspond à un produit dissocié en eau etimine. — MM. **Wyrouboff** et **Verneuil** constatent que leurs recherches ont précisé la question de l'identité du cérium. Ils remarquent que M. Boudouard, qui a publié récemment ses résultats, donne comme poids atomiques de divers ériums des nombres variant entre 88,6 et 93,3, chiffres notablement plus près de 92,7 que ceux qu'avait donnés antérieurement M. Schutzenberger. MM. Wyrouboff et Verneuil, ayant constaté que l'eau oxygénée précipite intégralement l'acétate de cérium, critiquent le procédé de fractionnement de M. Boudouard fondé sur la précipitation partielle par cet agent. — M. **Ponsot** présente ses recherches osmotiques sur les solutions de sucre et fait remarquer la concordance de ces résultats avec ceux de M. Raoult.

Séance du 10 Décembre 1897.

M. **Tanret**, président de la Société, fait l'éloge de M. **Joly** et énumère les nombreux et beaux travaux de chimie minérale du savant éminent dont la Société déplore la perte. — M. **A. Colson**, en continuant ses recherches sur les réactions, a été amené à étudier l'action de l'acide carbonique sur les phosphates et celle de l'hydrogène sulfuré sur le sulfate d'argent. Dans ce dernier cas, l'action secondaire de l'hydrogène sulfuré sur l'acide sulfurique déplacé donne de l'acide sulfureux et empêche de se rendre compte de la marche exacte de la transformation du sulfate en sulfure. — M. **O. Boudouard** répond aux critiques de MM. Wyrouboff et Verneuil sur ses déterminations du poids atomique du cérium. Il maintient ses chiffres en attendant de nouvelles expériences. — M. **Wyrouboff**, en son nom et en celui de M. **Verneuil**, maintient également que le poids atomique du cérium pur est certainement très voisin de 92,7. — M. **Mouneyrat** a constaté que le bromure d'aluminium en présence du brome est un bromurant énergique ; il a pu ainsi passer du tétrabrométhane à l'hexabromure de carbone et du pentachloréthane au tétrachloréthanedibromé. Il a constaté de plus que ces réactions s'expliquent par la formation intermédiaire de chaînes éthyléniques sous l'influence du chlorure ou du bromure d'aluminium. Ainsi le pentachloréthane en présence de chlorure d'aluminium seul donne le bichlorure de carbone $CCl^2 = CCl^2$, et le bromure d'aluminium en présence du bromure d'éthylène donne de l'acétylène. E. Charon.

SECTION DE NANCY

Séance du 15 Décembre 1897.

Dans le tome I du 2e *Supplément du Dictionnaire de Wurtz* (p. 1506), M. **A. Haller** a signalé la préparation de l'éther bromocyanacétique, liquide bouillant à 112° sous une pression de 20 millimètres, et son action sur l'éther cyanacétique sodé. Il se forme dans ces conditions le même dérivé $C^{10}H^{10}Az^2O^4$ que celui qui prend naissance quand on traite par une solution benzénique ou éthérée d'iode de l'éther cyanacétique iodé pulvérisé. Ce composé cristallise en cristaux nacrés fondant à 120-121° et paraît se former d'après l'équation :

$$\begin{matrix} CAz \\ CHNaCOOC^2H^5 \\ CHNaCOOC^2H^5 \\ CAz \end{matrix} + 2I^2 = 2NaI + 2IH + \begin{matrix} CAz \\ C \quad COOC^2H^5 \\ \| \\ C - COOC^2H^5 \\ CAz \end{matrix}$$

Ce corps serait donc de l'éther dicyanomaléique ou dicyanofumarique et prendrait naissance dans les mêmes conditions que le dicyanostilbène, obtenu par MM. Abbott Michael et Jeanprêtre dans l'action de l'éthylate de soude sur le cyanure de benzyle chloré. Dans un récent mémoire très remarquable de M. Nef[1] sur la chimie du méthylène, l'auteur signale des recherches en cours d'exécution sur le même sujet. Il fait, en outre, observer que le bromure de cyanogène, en agissant sur les éthers acétoacétique, malonique et cyanacétique sodés, se comporte tout autrement que le chlorure de cyanogène et donne naissance à l'acide cyanhydrique et aux éthers diacétosuccinique, acétylénététracarbonique et dicyanofumarique. Qu'il nous soit permis de rappeler à cette occasion qu'en présence du camphre sodé, l'*iodure de cyanogène* se comporte encore autrement et donne naissance à du camphre iodé. — M. **Favrel** : *Sur le cyanoxalate de méthyle.* Le cyanoxalate d'éthyle a été signalé par MM. Ossi Kowski et Barbaglia, qui n'ont donné ni le mode de préparation ni l'analyse de ce corps. Il paraît d'ailleurs ne pas avoir été préparé dans un état absolument pur. Le cyanoxalate de méthyle peut être obtenu à l'état de pureté et cristallisé. Il suffit de faire réagir au bain-marie pendant douze heures du cyanure d'argent sec sur la proportion équimoléculaire de chloroxalate de méthyle dissous dans la moitié de son poids de benzine. Le résidu, traité par l'éther anhydre, fournit, par évaporation, des cristaux qui, après purification, fondent à 67-70°. Le cyanoxalate de méthyle est décomposé par l'eau en acide cyanhydrique et acide oxalique. La phénylhydrazine, au lieu de donner avec ce corps l'hydrazone correspondante, fournit l'hydrazide

$$C^6H^5 - AzH - AzH - \underset{\underset{COOCH^3}{|}}{C} = O$$

avec départ d'acide cyanhydrique. Cette hydrazide fond à 148-149° et est identique à celle obtenue par l'action du chloroxalate de méthyle sur la phénylhydrazine. — M. **Férée**, ayant préparé une centaine de grammes d'amalgame de calcium solide, à 13 % de calcium, a repris les expériences de M. Maquenne[2] sur l'azoture de calcium. En chauffant ce produit dans un courant d'azote pur, il obtient une masse grisâtre, amorphe, devenant incandescente lorsqu'on projette sur elle quelques gouttes d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique étendu. La constitution moléculaire de ce produit correspond à Az^2Ca^3. En effet, deux dosages du Ca ont donné les nombres 80, 450 et 80, 580, et deux dosages d'azote 18, 22; les nombres théoriques pour Az^2Ca^3 sont respectivement 80, 081 et 18, 92.

A. Haller.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

1re Sciences physiques

Lord Kelvin, [F. R. S., **Magnus Maclean** et **Alexander Galt** : **Electrisation de l'air, de la vapeur d'eau et d'autres gaz.** — Le présent mémoire donne la description complète d'une longue série d'expériences poursuivies pendant trois ans, dont les premières avaient déjà été communiquées à la Société Royale et analysées ici même[3]. Les auteurs avaient montré que l'air s'électrise lorsqu'on y fait tomber des gouttes d'eau. Ils ont mesuré cette électrisation par trois méthodes :

1° Observation de l'état d'électrisation d'une substance recevant une quantité d'électricité égale et de signe contraire à celle prise par l'air.

2° Observation de l'électrisation d'un vase métallique isolé dans lequel on introduit de l'air électrisé ou duquel on en retire.

3° Observation de l'électricité prise à l'air par le filtre électrique.

La première méthode a été employée dans les expériences déjà décrites. Elle a montré que l'air et d'autres gaz s'électrisent lorsqu'on les fait barboter à travers

[1] *Annalen der Chemie*, t. 298 (1897), p. 258-260.
[2] *Bulletin de la Soc. chimique de Paris*, 1892, p. 366
[3] Voyez la *Revue* du 30 avril 1895, page 396.

de l'eau ou à travers des solutions salines, acides ou alcalines. L'électrisation de l'air ayant barboté dans l'eau pure est négative.

La deuxième méthode a permis de déterminer, en valeur absolue, la quantité totale d'électricité produite dans une masse donnée d'air électrisé, et aussi la plus grande électrisation qui puisse être communiquée à une grande quantité d'air par des pointes reliées à une machine électrique. Dans l'air, les auteurs ont trouvé $3,7 \times 10^{-4}$ unités électrostatiques C.G.S. par c.c. comme densité électrique maximum; mais avec une flamme d'hydrogène électrisée, on a trouvé une densité de 22×10^{-4} unités C.G.S. dans l'air.

La troisième méthode n'a pas donné de très bons résultats.

2° Sciences naturelles

Shelford Bidwell, F. R. S. : **Sur les images ultérieures négatives qui suivent une brève excitation de la rétine.** — Dans un précédent mémoire[1], l'auteur a montré que, lorsque l'image d'un objet clair placé sur un fond sombre se forme soudainement sur la rétine, l'objet apparaît généralement entouré, pendant un dixième de seconde environ, d'un bord rouge. L'apparition de ce bord rouge peut être expliquée en supposant une affection sympathique momentanée des fibres nerveuses rouges qui avoisinent les bords de la tache lumineuse projetée sur la rétine. Mais il arrive que, dans certains cas, l'illumination étant très intense, la couleur du bord change; il est tantôt bleu-vert, tantôt rouge au dehors et bleu-vert en dedans. La couleur bleu-verte est simplement due à l'image ultérieure négative du rouge, et elle est souvent plus perceptible que la couleur rouge qui l'a produite. Les expériences qui ont amené l'auteur à cette conclusion présentent certains côtés remarquables que nous allons signaler.

L'auteur se servait de l'appareil suivant. Dans un disque de carton, on découpait un secteur de 45°; la moitié de la surface restante était recouverte de papier blanc, l'autre de velours noir. Le disque tournait de façon à ce que le secteur enlevé fût précédé par le noir et suivi par le blanc; il était éclairé par une lampe de 25 bougies, dont on pouvait faire varier la distance.

1re *expérience.* — Une carte de visite avec lettres noires était placée derrière le disque illuminé par devant, la lampe étant située à 60 centimètres. Quand le disque fait six tours par seconde, les lettres noires apparaissent rouges. Mais si on approche graduellement la lampe, les lettres changent et prennent un éclat argenté ou métallique. Quand la lampe est très près du disque, le rouge a disparu et a été remplacé par une teinte vert-bleu.

2e *expérience.* — La carte de visite porte des lettres rouges et noires. En faisant tourner le disque à une certaine vitesse, toutes les lettres deviennent d'un rouge uniforme. Si l'on approche la lampe, elles apparaissent d'une teinte vert-bleu, qui est plus intense pour les lettres écrites à l'encre rouge.

3e *expérience.* — On a fait remarquer que la teinte vert-bleu est la couleur complémentaire du rouge, et que, dans les cas précédents, cette teinte doit être considérée comme l'image ultérieure négative du bord rouge. Il paraît cependant impossible qu'après une excitation qui dure au maximum un cinquième de seconde, il puisse se développer une image secondaire, dont l'intensité est telle qu'elle recouvre l'impression primaire. L'expérience a cependant confirmé cette manière de voir. Si des cartes colorées sont examinées à travers le secteur ouvert du disque tournant, elles apparaissent avec leur couleur complémentaire, assez pâle il est vrai. Bien plus, si deux moitiés d'une carte sont colorées avec deux couleurs complémentaires, ces deux couleurs apparaissent renversées lorsqu'on les regarde à travers le disque tournant.

4e *expérience.* — Si de grosses bandes noires sont peintes sur un fond blanc et placées derrière le disque tournant, elles apparaissent, lorsqu'on les examine à la lumière du soleil, comme blanches sur un fond gris.

Toutes ces expériences peuvent s'expliquer par la théorie de la vision de Young-Helmholtz. Le seul fait nouveau à retenir est celui-ci. L'action de la lumière, après une période d'obscurité (qui n'excède pas un vingtième de seconde), peut diminuer la sensibilité des fibres nerveuses de la rétine dans un espace de temps assez court pour que, si la lumière est colorée, sa couleur ne soit pas perçue consciemment.

Les expériences indiquent clairement l'origine du bord bleu-vert. Les bords colorés produits par des changements soudains d'illumination sont donc attribuables, à l'origine, à l'action sympathique des fibres nerveuses rouges de la rétine.

Sir Richard Quain, F. R. S. : **Sur le mécanisme de la production du premier bruit du cœur.** — On sait que l'action du cœur est accompagnée par l'émission de certains bruits, qu'on décrit communément sous le nom de *premier bruit* et *second bruit* du cœur. Ces bruits, qui étaient connus bien avant que Laënnec eût découvert le stéthoscope, ont été comparés aux sons produits par l'articulation des mots lubb-dup. Ils ont été étudiés avec intérêt par les biologistes, les pathologistes et les cliniciens, et par ces derniers surtout, car les modifications produites par la maladie dans le caractère de ces bruits sont une aide précieuse pour la diagnose et le traitement des affections du cœur.

L'explication du mécanisme de ces phénomènes a été recherchée et formulée par beaucoup d'observateurs. Le *second bruit* est le résultat de la tension subite des valvules semi-lunaires, causée par la résistance que ces valvules offrent au courant rétrograde du sang de l'aorte et de l'artère pulmonaire dans les ventricules, après la cession de la systole. Ce bruit est analogue à celui qui se produit lorsqu'on tend brusquement une pièce de ruban.

La cause du *premier bruit* est, au contraire, encore un sujet de discussions. Plusieurs explications ont été données du phénomène. Le professeur Michael Foster a résumé les difficultés en face desquelles on se trouve en montrant le nombre de phénomènes qui ont lieu simultanément avec la systole du ventricule et le premier bruit. Ce sont les recherches que l'auteur a faites dans le but de jeter quelque lumière sur cette question controversée, qui constituent le fonds du présent mémoire. Ce mémoire est divisé en quatre parties, dont nous nous bornerons à citer les conclusions.

Dans la première partie, l'auteur montre, en se basant sur l'étude du cœur normal et du cœur malade, que la fermeture des valvules auriculo-ventriculaires n'est pas la cause du premier bruit du cœur.

Dans la seconde partie, on voit également que la source de ce bruit ne doit pas être recherchée dans la contraction musculaire des parois du cœur durant la systole.

Dans la troisième partie, l'auteur démontre que la cause du premier bruit est due au choc du sang, chassé par l'action des parois musculaires des ventricules, contre l'obstacle formé par les colonnes de sang de l'artère pulmonaire et de l'aorte qui pressent sur les valvules semi-lunaires.

Enfin, dans la quatrième partie, l'auteur montre que des bruits ressemblant au premier (et au second) bruit du cœur peuvent être produits artificiellement et conformément aux conclusions précédemment énoncées. Pour cela, on prend le cœur d'un animal et on réalise expérimentalement avec des tubes de caoutchouc les gros vaisseaux artériels et veineux qu'on remplit d'eau à la place de sang. Si, alors, on comprime périodiquement le ventricule, on observe le premier bruit du cœur comme on l'a indiqué dans la troisième partie.

L'auteur pense que cette explication du premier bruit, si différente de celles jusqu'alors admises, sim-

[1] Voir la *Revue générale des Sciences* du 15 mai 1897, t. VIII, p. 397-398.

plifiera plus qu'elle ne compliquera le diagnostic des maladies du cœur.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 26 Novembre 1897.

M. **Rollo Appleyard** étudie les défauts des fils de maillechort et de platinoïde dont on se sert en électricité; ils peuvent provenir de deux causes : de la fabrication métallurgique de l'alliage et du traitement subséquent du fil. L'auteur a examiné plusieurs milliers de bobines ayant fonctionné dans un grand nombre de pays. Parmi celles qui ont séjourné sous les tropiques, un grand nombre présentent des cassures des fils, à l'intérieur comme à l'extérieur; chez d'autres, les fils sont encore très bons. Les défauts ne proviennent donc pas du mode de fabrication de la bobine, mais de la qualité du fil employé; on se trouve donc en présence d'une simple question de métallurgie. Lorsqu'on examine la cassure des fils, on aperçoit des noyaux de métal sombre, des crevasses, des fissures. On est conduit à supposer que, pendant la solidification de l'alliage, le phénomène de la liquation s'est produit; la tension a varié dans toute la masse, et le passage à la filière a occasionné des ruptures aux points faibles. L'auteur conclut en demandant aux métallurgistes anglais de porter une attention toute spéciale sur la fabrication des alliages qui sont utilisés en électricité. — M. **Ayrton** appuie les remarques de M. Appleyard. Il fait remarquer que beaucoup de bobines sont actuellement construites avec un alliage appelé manganin, qui a donné de très bons résultats. Mais cet alliage vient d'Allemagne. — M. **S.-P. Thompson** signale un autre alliage employé en Allemagne, le constantin. — M. **W. Watson** attire l'attention sur les essais faits au Reichanstalt allemand et relatifs au maillechort et au platinoïde. On a trouvé que les alliages contenant du zinc sont sujets à des variations de résistance; il faut donc éviter l'introduction de zinc dans les soudures. Le vernis shellac est le meilleur protecteur pour les bobines; on le dissout dans l'alcool et, après l'avoir appliqué, on chauffe la bobine pendant plusieurs heures à 140°. L'auteur décrit un thermostat qui permet de réaliser cette opération.

Séance du 10 Décembre 1897.

M. **Albert Campbell** exécute quelques expériences intéressantes. Deux sphères de cuivre, d'environ un pouce de diamètre, sont suspendues du même point par des fils égaux. L'une d'elles est lancée de façon à décrire une orbite circulaire. La seconde sphère, partant de l'état de repos, prend graduellement part au mouvement de la première et décrit aussi une orbite circulaire. La première sphère revient peu à peu au repos et le phénomène inverse a lieu. Cette alternance se répète jusqu'à ce que toute l'énergie ait été consommée dans les fils. Une autre expérience est destinée à montrer la faible conductibilité du verre par la chaleur et sa dilatation. Un long tube est fixé par une extrémité dans une position verticale. Si l'on chauffe un des côtés du tube, le verre se recourbe et l'extrémité libre se déplace sur une échelle divisée. — M. **A. Campbell** décrit ensuite ses compensateurs de température pour piles-étalons. Ils ont pour but de donner une différence de potentiel toujours constante entre deux points quelle que soit la température de l'enceinte. L'un des systèmes ressemble à un pont de Wheatstone, dont deux bras opposés sont en cuivre, les deux autres en manganin. — M. **Swinburne** rappelle que c'est lui qui a donné autrefois l'idée de se servir de fils de différents métaux, ayant des coefficients de température différents. — M. **J. Rose-Innes** étudie la méthode absolue de graduation des thermomètres de Lord Kelvin. On sait que les gaz, traversant un robinet poreux, produisent un abaissement de température. Lord Kelvin a montré que, pour chaque gaz, pris à la même température initiale, le refroidissement est proportionnel à la différence de pression des deux côtés du robinet. En outre, pour chaque gaz, le refroidissement par unité de différence de pression varie approximativement comme l'inverse du carré de la température absolue. Mais cette loi, bonne pour l'air, passable pour l'acide carbonique, ne convient pas pour l'hydrogène. Pour l'hydrogène, il y a un échauffement qui croît avec la température. M. Rose-Innes propose une formule empirique, contenant deux constantes α et β, caractéristiques pour chaque gaz. Si T est la température absolue, le refroidissement est représenté par

$$\frac{\alpha}{T} - \beta.$$

Cette relation comprend les cas de l'air, de l'acide carbonique et de l'hydrogène et permet de les traiter ensemble. L'auteur en déduit ensuite la correction thermodynamique à apporter à un thermomètre à gaz à pression constante et à un thermomètre à volume constant. Il trouve enfin la valeur absolue du point de congélation de l'eau. — M. **S.-P. Thompson** montre, d'après la formule empirique, qu'à une certaine température le refroidissement n'a plus lieu; ce fait pourrait être vérifié expérimentalement. — M. **Baynes** pense qu'avant d'adopter la formule pour l'hydrogène, il serait bon de faire de nouvelles expériences sur la façon dont la chaleur spécifique à température constante dépend de la température.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Octobre 1897 (suite).

1° Sciences physiques. — M. J.-M. van Bemmelen fait la communication d'un travail de M. **E. Klobbie** : *Sur les équilibres dans le système éther-eau-acide malonique.* L'auteur a étudié la solubilité réciproque de l'éther éthylique et de l'eau jusqu'à 100° C. et il a rectifié quelques dates erronées qui se trouvent dans la littérature sur ce sujet. La solubilité de l'acide malonique dans l'eau et dans l'éther a été poursuivie jusqu'au point de fusion de l'acide (132° C.). Enfin le système « eau-éther-acide » a procuré un isotherme (15° C.) qui

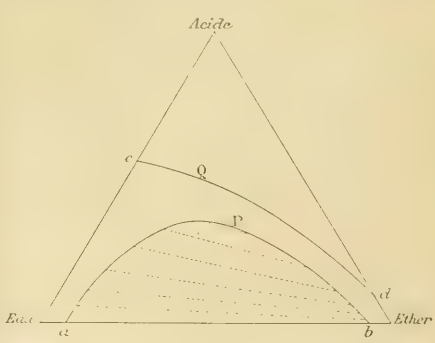


Fig. 1.

est l'un des types dont M. Schreinemakers (voir *Rev. gén. des Sc.*, t. VIII, p. 804) a donné l'aperçu dans sa théorie thermodynamique des systèmes de trois composantes dont deux sont des liquides. Cet isotherme est tracé (voir la fig. 1) dans la coupe transversale d'un prisme triangulaire équilatéral. Il se compose de deux courbes distinctes. La branche P qui contient les points conjugués (concentrations) des deux couches liquides en équilibre aboutit de part et d'autre en *a* et *b* au même côté du triangle équilatéral. Tout système dont la composition s'exprime par un point situé dans la partie du triangle incluse par la branche P

et ce côté du triangle, se scindera en deux couches liquides dont les compositions sont indiquées par deux points conjugués de P. Les points de l'autre branche Q représentent les compositions des systèmes liquides homogènes en équilibre avec l'acide solide; elle se termine aux points *c* et *d* dans les autres côtés, qui font connaître les solubilités de l'acide dans l'eau et dans l'éther purs. Ainsi en ajoutant peu à peu de l'acide malonique à un mélange quelconque d'eau et d'éther, on observera d'abord l'existence de deux couches liquides, puis l'une des couches disparaîtra, le système devenant homogène; enfin l'acide ne se dissoudra plus et restera solide. L'isotherme laisse prévoir la conduite de toute combination des trois composantes à la température de 15° C., ce qui donne à l'auteur l'occasion d'y rattacher une discussion sur le « coefficient de partage » et d'en déduire quelques conseils pour la pratique du laboratoire.

2° Sciences naturelles. — M. A.-A.-W. Hubrecht présente un mémoire de M. **G.-C.-J. Vosmaer** : *On the retrograde development of the blood-vessels in the omentum of the rabbit* (Sur le développement rétrograde des vaisseaux sanguins dans l'omentum du lapin). Dans le grand épiploon de lapins nouveau-nés, on observe sans peine des vaisseaux sanguins contenant des corpuscules de sang qui ne se trouvent pas en communication avec d'autres vaisseaux sanguins. Ils se présentent sous plusieurs formes et montrent souvent la structure d'un réseau. Les descriptions les plus anciennes de ces « cellules vasoformatives » sont dues à Ranvier (1874). Plus tard, Spuler (1892) a prétendu que les cellules vasoformatives de Ranvier, au lieu d'être des formations de la nature elle-même, sont des produits d'une dissection mal exécutée. L'auteur, se méfiant d'attacher foi à cette opinion de Spuler, s'est donné beaucoup de peine à faire des dissections avec toutes les précautions possibles. Il décrit sa méthode et fait connaître ses résultats, entièrement opposés à ceux de Spuler, seulement en partie d'accord avec Ranvier, à l'aide de quatre planches qui montrent l'omentum d'un lapin nouveau-né, d'un lapin âgé d'un jour, de quatre jours et de huit jours appartenant à la même portée. — M. **B.-J. Stokvis** présente un tirage à part de son mémoire : *Ueber die Bedeutung der Biuretreaction im Menschenharn* (Sur la signification de la réaction du biuret dans l'urine humaine). — Ensuite M. Stokvis présente la thèse de M. **J. Keyzer** : *Sur l'hématoporphyrine dans l'urine de l'homme* (en allemand). Dans ces dernières années on a trouvé, dans l'urine normale de l'homme, une matière colorante, l'hématoporphyrine, qui forme une hématine cristallisable, exempte de fer. D'abord M. Keyzer a examiné les différentes méthodes de séparation de l'hématoporphyrine, quant à leur facilité d'exécution et leur efficacité; d'après lui la méthode de Sailtet est à préférer. Il a trouvé ensuite que la matière colorante en question disparaît chez l'homme normal quand il se nourrit de viande blanche et ne prend pas de légumes, mais qu'elle reparaît aussitôt qu'il s'est nourri de viande saignante ou de viande blanche et de légumes. Ainsi il paraît qu'elle peut être formée dans le corps animal aussi bien à l'aide de la matière colorante du sang qu'à l'aide de la matière colorante du règne végétal, aussi bien par l'hémoglobine que par la chlorophylle. Cela est en accord avec le résultat de MM. Schunck et Marchlewski d'après lequel la phylloporphyrine tirée de la chlorophylle et l'hématoporphyrine tirée du sang sont identiques. En outre M. Keyzer a examiné l'urine de malades sur la teneur en hématoporphyrine. Il a constaté la présence de cette matière en 74 % des 121 cas examinés, dans des quantités excessives dans les cas de colique de plomb, de malades fébricitants, d'affections de foie, de déviations dans la sécrétion biliaire, etc., au contraire dans des quantités minimales dans les cas de leucémie, de maladies des reins, etc. — Enfin M. Stokvis présente la thèse de M. **J. de Hartog Jr.** : *La démonstration de la peptone dans l'urine* (en allemand). Tandis que l'urine de l'homme normal ne contient ni albumine, ni albumose, ni peptone, on prétend avoir trouvé de l'albumose et de la peptone dans l'urine exempte d'albumine dans quelques cas pathologiques où l'albumose n'aurait pu se former aux dépens de l'albumine dans l'urine elle-même en dehors de l'organisme. Après avoir montré que la méthode ordinaire pour constater la peptonurie (précipitation de la peptone prétendue par l'acide phospho-wolframique, solution du précipité dans l'eau ou en des alcools, addition de sulfate de cuivre ou de la soude) ne mérite pas de confiance et que la réaction du biuret donne les mêmes phénomènes soi-disant décisifs pour l'urobiline qui ne manque pas d'être présente, l'auteur a cherché d'abord une méthode qui permît de démontrer la présence de peptone à côté d'urobiline. Il y réussit (en éloignant l'urobiline, contenue dans le précipité obtenu à l'aide de l'acide phospho-wolframique, par des lavages d'abord avec de l'alcool et ensuite avec de l'alcool en un acide, et en examinant le résidu avec de l'alcali). Cette méthode appliquée à 50 cas a fait trouver de l'albumose ou de la peptone en 4 seulement. Mais ces urines étaient toutes des urines albumineuses, de manière qu'il est probable que la peptone s'y est formée après. Ainsi l'auteur croit que la peptonurie pathologique n'existe pas. P.-H. Schoute.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 2 Décembre 1897.

1° Sciences physiques. — M. **J. Pollak** a préparé l'éther diméthylique de la phloroglucine, puis son dérivé benzoylé, au moyen duquel il a obtenu de l'hydrocotoïne. Il a préparé ensuite l'acétylhydrocotoïne, et il conclut que l'hydroxyle libre de l'hydrocotoïne se trouve en position ortho par rapport au carbonyle.

2° Sciences naturelles. — M. **V. Schiffner** communique la première partie d'un travail sur les plantes qu'il a recueillies pendant un voyage à Java et Sumatra en 1893 et 1894. Il traite des Marchantiacées et des Jungermanniacées. — M. **Steindachner** donne des nouvelles de l'expédition envoyée dans la Mer Rouge sur le *Pola*. La plus grande profondeur observée a été de 2.030 mètres. Les grandes profondeurs sont très pauvres en animaux. Mais les parties supérieures sont plus riches et l'expédition ramènera une magnifique collection de poissons, de coraux et de crustacés. L'auteur donne, en outre, quelques indications sur la formation des îles Camaran.

Séance du 9 Décembre 1897.

M. le Président annonce la mort de M. **Daublesky von Sterneck**, membre de l'Académie.

Sciences mathématiques. — M. **G. Jager** étudie la question de la résistance que les corps mobiles éprouvent dans les liquides et dans les gaz. Il montre d'abord que, dans un liquide incompressible, sans frottement, un corps mobile stationnaire, possédant un potentiel de vitesse, n'éprouve aucune résistance. Il considère ensuite la valeur de la résistance lorsqu'il y a frottement. — M. **S. Wellisch**, en partant des lois fondamentales de la mécanique et de la physique, a cherché à obtenir des formules permettant de calculer l'âge des phénomènes cosmiques : formation de la Terre, de la Lune et des planètes à partir de la nébuleuse centrale, commencement de leur solidification, épaisseur de l'écorce terrestre, etc.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME VIII DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 30 DÉCEMBRE 1897)

I. — ARTICLES ORIGINAUX

Astronomie et Météorologie.

BIGOURDAN (G.). — Revue annuelle d'Astronomie . . . 508
BOYS (C. Vernon). — La Constante de la gravitation. . 46
GUILLAUME (Ch.-Ed.). — Remarques sur la loi de Newton 55
— Sur la nature de l'attraction newtonienne. La loi de Newton considérée comme un résultat d'expérience 381
SAINT-ROMAS (J.). — Sur la nature de l'attraction newtonienne. La loi de Newton considérée comme une nécessité logique 379

Botanique et Agronomie.

DEHÉRAIN (P.-P.). — Revue annuelle d'Agronomie . . . 65
HÉBERT (A.). — La culture du Bananier et le commerce des Bananes 837
LECOMTE (H.). — La culture du Cacaoyer dans les colonies françaises. 468
MALPEAUX (L.). — La culture des Plantes oléagineuses herbacées en France 425
RÉPIN (Ch.). — La culture du Champignon de couche . 705

Chimie.

DOMMER (F.). — Production industrielle et utilisation de l'Acétylène. 367
— Le Raffinage en sucrerie et la fabrication du Bioxyde de baryum. 694
ETARD (A.). — Revue annuelle de Chimie pure 593
HALLER (A.). — L'Industrie chimique. L'Enseignement chimique et les Universités 226
LE CHATELIER (H.). — Les Théories de la trempe de l'Acier 11
MOISSAN (H.) et DEWAR (J.). — La liquéfaction du Fluor. 460
OLIVIER (L.). — Remarques sur le rôle de la Chimie en parfumerie. 669
PEYRUSSON (E.). — L'état actuel et les besoins de l'industrie de la Porcelaine dure en France.
1re partie : Fabrication des objets à cuire 950
2e partie : Cuisson et décoration 981
3e partie : Conditions scientifiques, économiques et sociales de la production. 987
ROUCHÉ (J.). — Industrie de la Parfumerie en France.
1re partie : Extraction des produits naturels. . . . 570
2e partie : Fabrication des essences artificielles. . 624
3e partie : Préparation et écoulement des Produits de consommation 653
TRUCHOT (P.). — La Fabrication de l'Ammoniaque . . . 141
— L'industrie de l'Ammoniaque caustique, de l'Ammoniaque liquéfiée et des Sels ammoniacaux . . . 743

Chirurgie, Médecine, Hygiène, Microbie médicale.

FONTOYNONT (M.). — La Lutte actuelle contre la Peste . 109
HARTMANN (H.). — Revue annuelle de Chirurgie 751
LÉTIENNE (A.). — Revue annuelle de Médecine 341
MARINESCO (G.). — L'Histopathologie de la Cellule nerveuse 406
NITTIS (J. de). — Le renouveau de la Pathologie cellulaire. 150
PETIT (L.-H.). — La Lutte contre la Tuberculose. . . . 190
ROMME (R.). — La nouvelle Tuberculine de Koch et la théorie des Sucs plasmatiques de Buchner. 384
ROTHSCHILD (H. de). — Les Laits dits maternisés. Leur fabrication et leur emploi dans l'Allaitement mixte et artificiel. 503

Enseignement.

FLAMANT (A.). — L'Institut de Technologie de l'Etat de Massachusets à Boston. 831
FORGRAND (R. de). — Les Instituts scientifiques et les nouvelles Universités 613
GUYE (Ch.-Eug.). — L'Ecole Polytechnique fédérale de Zurich. 102
HALLER (A.). — L'Enseignement chimique et les Universités. 226
SCHWOB (M.). — La Méthode scientifique en Commerce et en Industrie 202

Géographie et Colonisation.

CAUSTIER (E.). — Trafic et industrie de l'Ivoire 809
CHAILLEY-BERT (J.). — La Méthode dans les études coloniales. Leçon d'ouverture du cours de Colonisation comparée à l'Ecole des Sciences politiques. . . . 912
EBERLIN (Ph.). — Le Musée colonial de Marseille. . . . 861
MACHAT (J.). — Les résultats de la Mission lyonnaise en Chine 1000
PESCE (G.-L.). — L'Expédition polaire du Dr Fridtjof Nansen 259
SCHIRMER (A.). — La pénétration commerciale au Soudan central 940
VOULET (Lieutenant). — La jonction du Soudan et du Dahomey (1896-1897) 893

Géologie et Paléontologie.

BARROIS (Ch.). — Recherches de M. Cayeux sur les terrains sédimentaires du Bassin de Paris et de la Belgique. 196
BIGOT (A.). — Les Dinosauriens. 462
DUGAST (J.). — Les Phosphates d'Algérie 769
GLANGEAUD (Ph.). — Les anciens Volcans de la Grande-Bretagne. 902
HAUG (E.). — Revue annuelle de Géologie 154
— Le Problème des Préalpes 699
LAUNAY (L. de). — Les Diamants du Cap 535
ZEILLER (R.). — Les Provinces botaniques de la fin des Temps primaires 5

Mathématiques.

BOREL (Em.). — Congrès international des Mathématiciens. Première session : Zurich, août 1897. . . . 783
PICARD (E.). — L'OEuvre mathématique de E. Galois à l'occasion de la réédition de ses Mémoires. 339
— Revue de quelques travaux mathématiques récents. 957
POINCARÉ (H.). — Les idées de Hertz sur la Mécanique. 734
— Les rapports de l'Analyse et de la Physique mathématique 857
TANNERY (J.). — De l'Infini mathématique. 129

Mécanique appliquée et Génie civil.

BRILLIÉ (H.). — La Construction des Torpilles et des Torpilleurs.
1re partie 177
2e partie. 234
LAVERGNE (Gérard). — Les Applications de l'Electricité à l'Artillerie 544
LÉCHALAS (M.-C.). — La Navigation de la Garonne et du Rhône. Comparaison de ces fleuves avec la Loire 645

Moch (G.). — Artillerie et Budget. 98
Périssé (Lieut.-col.). — Les Obus perforants 491
Witz (Aimé). — L'état actuel et les besoins de l'Industrie des moteurs à gaz et à pétrole en France. . . 449
XXX... (Colonel). — La question actuelle de l'Artillerie de campagne. 789

Physiologie.

Binet (A.). — Sur la Circulation capillaire et les Phénomènes vaso-moteurs. 60
Frédéricq (L.). — Revue annuelle de Physiologie . . . 867
Gautier (Armand). — Les Manifestations de la vie derivent-elles toutes des forces matérielles ? 291
— Le rôle de la Chimie biologique en Médecine . . . 977
Janet (Dr Pierre). — Le troisième Congrès international de Psychologie 22
Marcet (Dr William). — Les différentes Formes de la Respiration humaine 299

Physique.

Broca (A.). — Les Variations de période des Raies spectrales 935
Guillaume (Ch. Ed.). — Les Rayons X et la Dissociation. 529
Lavergne (G.). — Les Applications de l'Electricité à l'Artillerie 744
Olivier (L.). — Le Microphonographe et ses applications à l'Education des sourds-muets, à la Téléphonie et à la Cinématographie 1005
Poincaré (Lucien). — Revue annuelle de Physique . . 413
Zeemann (P.). — L'Optique et la Théorie des ions . . . 298

Zoologie et Anatomie.

Beauregard (H.). — Revue annuelle d'Anatomie. . . . 669
Koehler (R.). — Revue annuelle de Zoologie 266
Labbé (A.). — L'Hétéromorphose en Zoologie. 589
Larbalétrier (A.). — L'Elevage du Porc en France. . . 618
Perrier (E.). — Le Mécanisme de la complication organique chez les animaux 327
Viré (Armand). — La Faune souterraine 991

Revues annuelles.

Beauregard (H.). — Anatomie. 669
Bigourdan (G.). — Astronomie 508
Dehérain (P.-P.). — Agronomie 65
Etard (A.). — Chimie pure 593
Frédéricq (L.). — Physiologie 867
Hartmann (H.). — Chirurgie. 751
Haug (E.). — Géologie 454
Koehler (R.). — Zoologie. 266
Létienne (A.). — Médecine 341
Picard (E.). — Mathématiques 957
Poincaré (L.). — Physique. 413

II. — ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

Boissonnas (A.). — L'Électricité à l'Exposition nationale suisse de Genève. 28
Colson (R.). — La Phosphorescence et la Fluorescence en Photographie. 308
Demenge (E.). — Relations entre les propriétés mécaniques des Fers et Aciers et leur composition chimique. 348
E. H. — Les Fiacres électriques à Paris. 32
X. (colonel). — L'Usine Krupp, ses développements, sa puissance actuelle. 113
— Les Etablissements Armstrong, leur origine, leur situation actuelle. 299
— Les Usines d'Artillerie américaines : Bethlehem, Midvale, etc. 879
La Division décimale du temps et de la circonférence. 309

III. — BIBLIOGRAPHIE

I° SCIENCES MATHÉMATIQUES

Mathématiques

Appell (P.) et Lacour (E.) — Principes de la Théorie des fonctions elliptiques et Applications. 274
Autonne (L.). — Sur les Pôles des fonctions uniformes à deux variables indépendantes. 843
Bianchi (Luigi). — Vorlesungen über Differential-Geometrie. 718
Eberhard (Dr V.). — Die Grungebilde der ebenen Geometrie, 1er volume. 436
Föppl (A.). — Die Geometrie der Wirbelfelder 843
Goursat (E.). — Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes. — I. Problème de Cauchy; caractéristiques; intégrales intermédiaires. 211
Grassmann (H.) et Friedrich Engel. — Gesammelte mathematische und physikalische Werke, 1er volume, 2e partie : Die Ausdehnungslehre von 1862. 629
Lallemand (Ch.). — Notes sur le rôle des erreurs systématiques dans les nivellements de précision et sur le degré de stabilité des piquets. 162
— Note sur l'erreur de réfraction dans le nivellement géométrique. 162
Lilienthal (R. von). — Grundlagen einer Krümmungslehre der Curvenscharen. 795
Markoff (A. A.). — Differenzenrechnung. 756
Meyer (W. Fr.). — Sur les Progrès de la Théorie des Invariants projectifs. 475
Petersen (Julius). — Théorie des équations algébriques. 756
Picard (E.). — Traité d'Analyse, t. III. 514
Raffy (L.). — Leçons sur les applications géométriques de l'Analyse (Éléments de la théorie des courbes et des surfaces). 74
Schlesinger (L.). — Handbuch der Theorie der linearen differential Gleichungen, 2e volume, 1er fascicule. 881
Schubert (Hermann). — Table de logarithmes à 5 décimales (en allemand). 389
Stahl (Hermann). — Theorie der Abel'schen Functionen. 557
Sturm (Dr Rudolf). — Traité synthétique des figures du premier et du second degré dans la Géométrie linéaire. — III. Les complexes du second degré (en allemand). 678

Astronomie et Météorologie

Angot (A.). — Les Aurores polaires. 844
Baillaud (B.). — Cours d'astronomie. II. Astronomie sphérique. — Mouvements dans le système solaire. Eléments géographiques. Eclipses. Astronomie moderne. 599
Ligondès (Lt-Col. R. du). — Formation mécanique du Système du monde. 557
Neumann (Dr C.). — Allegemeine Untersuchungen über das Newton'sche Princip der Fernwirkungen mit besonderer Rücksicht auf die electrischen Wirkungen. 33
Vallot (J.). — Annales de l'Observatoire météorologique du Mont-Blanc. 600

Thermodynamique, Mécanique générale et Mécanique appliquée

Andrade (J.). — Leçons de Mécanique physique. . . 920
Armengaud aîné (M.). — Le Vignole des Mécaniciens. Etudes sur la construction des Machines, 3e édition, 1er fascicule. 351
Bohl (V. von). — Appareils et machines pour le Calcul mécanique appliqué à toutes les opérations mathématiques. 115
Cranz (Carl). — Compendium der theoretischen ausseren Balistik. 1010
Duhem (P.). — Traité élémentaire de Mécanique chimique fondée sur la Thermodynamique, tome I. 310
Farman (D.). — Les Automobiles. 475
Guédon (Pierre et Yves). — Manuel pratique du Conducteur d'automobiles. 678
Haton de la Goupillière. — Cours d'Exploitation des Mines, tome I 436
Kœnigs (G.). — Leçons de Cinématique : Cinématique théorique 629
Mach (Ernst). — Die Mechanik in ihrer Entwickelung, historisch-kritisch dargestellt 920
Marchand (E.). — Nouvelle théorie des Pompes centrifuges. Etude théorique et pratique. 351
Maréchal (H.). — Les Tramways électriques. 351
Tainturier (C.). — La Traction électrique. 718

2° SCIENCES PHYSIQUES

Physique

Ariès (E.). — Chaleur et Energie. 1010
Chappuis (J.) et Berget (A.). — Cours de Physique. . . 1011
Coupin (H.). — Ce qu'on peut voir avec un petit Microscope. 1011
Damien (B.-C.) et Paillot (R.). — Traité de Manipulations de Physique. 515
Dumont (A.). — Les Electromoteurs et leurs applications. 795
Fabry (Ch.). — Les Piles électriques. 757
Le Verrier (U.). — Les applications de l'Electrolyse à la Métallurgie. 795
Loppé (F.). — Transformateurs de tension à courants alternatifs. 557
— Les Accumulateurs électriques. 963
Mascart (E.) et Joubert (J.). — Leçons sur l'Electricité et le Magnétisme. I. Phénomènes généraux et Théorie 73
Mathias (E.). — Sur l'étude calorimétrique complète des liquides saturés. 311
Steinheil (Robert). — La Reproduction des couleurs par la superposition des trois couleurs simples. . 164
Voigt (Waldemar). — Kompendium der theoretischen Physik. I. Mechanik starrer und nichtstarrer Kœrper. Wærmelehre. II. Elektricität und Magnetismus Optik. 475
Witz (Aimé). — Cours supérieur de Manipulations de Physique. 630

Chimie

Arth (G.). — Recueil de Procédés de dosage pour l'analyse des Combustibles, des Minerais de fer, des Fontes, des Aciers et des Fers. 390
Barillot (E.). — La Distillation des Bois. 76
Béhal (A.). — Traité de Chimie organique d'après les Théories modernes, t. II 845
Berthelot (M.). — Thermochimie. Lois numériques et données expérimentales 881
Borchers (Dr W.). — Elektro-Metallurgie. Die Gewinnung der Metalle unter Vermittlung der electrischen Stromes. 212
Bouroux (L.). — Le Pain et la Panification. 679
Etard. — Les nouvelles Théories chimiques. 882
Ferreira da Silva (A.-J.). — Tratado de Chimica elementar, t. I. Chimica mineral 116
Gautier (Armand) et Arthus (M.). — Leçons de chimie biologique, normale et pathologique. 478
Haller (A.) et Müller (P.-Th.). — Traité élémentaire de Chimie. I. Chimie minérale. II. Chimie organique. 212
Henriet (H.). — Les Gaz de l'Atmosphère. 515
Joannis (A.). — Cours élémentaire de Chimie. 437
— Cours élémentaire de Chimie (suite) 558
Le Chatelier (H.). — Recherches sur la Dissolution . 600
Lenoble (E.). — La Théorie atomique et la Théorie dualistique. 312
Livache (A.). — Vernis et Huiles siccatives 75
Marcofoy (G.). — Loi des équivalents et Théorie nouvelle de la Chimie. 600
Minet (Ad.). — Electro-métallurgie. Voie humide et voie sèche. Phénomènes électro-thermiques. . . 678
Moissan (H.). — Le Four électrique 757
Œschner de Coninck. — Cours de Chimie organique. Supplément. 1er fascicule. 719
Ostwald (Wilhelm). — Elektrochemie. Ihre Geschichte und Lehre. 115
Pellissier (G.). — L'Eclairage à l'Acétylène 719
Perrodil (C. de). — Le Carbure de calcium et l'Acétylène. Les Forces électriques. 600
Schnabel (C.). — Traité historique et pratique de Métallurgie. Cuivre. Plomb. Argent. Or (traduit de l'allemand). 275
Seyewetz (A.) et Sisley (A.). — Chimie des Matières colorantes artificielles (2e, 3e, 4e et 5e fascicules). . 921
Truchot (P.). — L'Ammoniaque, ses nouveaux procédés de fabrication et ses applications. 630
Villavecchia (V.). — Annali del Laboratorio chimico centrale delle Gabelle (Vol. III). 756

3° SCIENCES NATURELLES

Géographie, Géologie, Paléontologie.

Brenosa (Rafael). — Introduccion al estudio de la Cristalografia optica 631
Foa (Ed.). — Du Cap au Lac Nyassa. 353
Froidevaux (H.). — Un Explorateur inconnu de Madagascar au XVIIe siècle : François Martin. . . . 165
Gaubert (P.). — Minéralogie. 922
Hamy (Dr E.-T.). — Etudes historiques et géographiques. 601
Launay (L. de). — Les Mines d'or du Transvaal. . . . 116
Margerie (Emm. de). — Catalogue des Bibliographies géologiques. 477
Martel (E.-A.). — Irlande et Cavernes anglaises. . . . 1012
Rabot (Ch.). — Les variations de longueur des Glaciers dans les régions arctiques et boréales (1re partie). . 883

Botanique et Agronomie

Andreasch (Fr.). — Les Fermentations en Tannerie (en allemand) 1012
Desmoulins (A.). — Procédés de Conservation des denrées et Produits agricoles. 602
Errera (Léo) et Laurent (E.). — Planches de Physiologie végétale. 277
Gérard (R.). — La Botanique à Lyon avant la Révolution. 276
Guibert (J.) et Guillemet (C.-L.). — Atlas de Biologie végétale, 1er fascicule. 516
Heckel (E.). — Les Plantes médicinales et toxiques de la Guyane française. 922
Kayser (E.). — Les Levures. Caractères morphologiques et physiologiques. Applications des levures sélectionnées. 166
Larbalétrier (A.). — Les Résidus industriels employés comme Engrais. I. Industries minérales et animales. II. Industries végétales. 558
Roos (L.). — L'Industrie vinicole méridionale. 963

Zoologie, Anatomie et Physiologie de l'Homme et des animaux

Arréat (L.). — Mémoire et Imagination. Peintres, Musiciens, Poètes et Orateurs 390
Arthus (M.). — Eléments de Chimie physiologique . . 922
Baldwin (J.-M.). — Mental Developpement in the Child and the Race. Methods and Processes. 680
Bierylet (J.-J. van). — Eléments de Psychologie humaine 797
Binet (A.). — L'Année psychologique. 558
Bourne (G.-C.). — On the structure and affinities of Heliopora coerulea Pallas, with some observations on the structure of Xenia and Heteroxenia. 35
Delage (Yves) et Hérouard. — Traité de Zoologie concrète I. La Cellule et les Protozoaires. 165
Duclaux (E.). — Pasteur. Histoire d'un esprit. 76
Duval (Mathias). — Précis d'Histologie. 312

EDINGER (Dr L.). — Leçons sur la Structure des organes du système nerveux central de l'Homme et des Animaux (en allemand) 35
HIRTH (G.). — Les Localisations cérébrales en Psychologie 758
JOTEYKO (J.). — La Fatigue et la Respiration élémentaire du muscle 36
KŒHLER (R.). — Les Résultats scientifiques de la Campagne du Caudan dans le Golfe de Gascogne . . . 720
LOVERDO (J. de). — Le Ver à soie. Son élevage, son cocon 922
PERRIER (E.). — Traité de Zoologie. IV. Vers (suite). Mollusques 757
PREHN (Dr). — Abstammung, Alter und Entwickelung der Lepidopteren 276
SUCHETET (A.). — Des Hybrides à l'état sauvage. Règne animal. I. Classe des Oiseaux 796

4° SCIENCES MÉDICALES

Chirurgie, Gynécologie, Ophtalmologie

BAZY (Dr). — Maladies des voies urinaires. Séméiologie. 439
DUPLAY (S.). — Cliniques chirurgicales de l'Hôtel-Dieu. 759
FUCHS (E.). — Manuel d'Ophtalmologie 759
LE FORT (Léon). — Œuvres. III. Chirurgie 439
LORENZ (A.). — Pathologie et Traitement de la Luxation congénitale de la Hanche 846

Médecine, Hygiène, Microbiologie médicale

BORDIER (H.). — Précis d'Electrothérapie 517
BOURGES (H.). — L'Hygiène du syphilitique 964
BROCQ (L.) et JACQUET (L.). — Précis élémentaire de Dermatologie. V. Dermatoses d'origine nerveuse. Formulaire 77
BUGUET (A.). — Technique médicale des rayons X. . 118
CHARRIN (A.). — Leçons de Pathogénie appliquée (Clinique médicale) 214
COMBY (J.). — Traité des Maladies de l'Enfance 77
— Thérapeutique et Prophylaxie des maladies de l'Enfance. Formulaire 77
COURMONT. — Précis de Bactériologie pratique 923
DALLEMAGNE (J.). — Les Théories de la Criminalité . . 517
DELFAU (G.). — Hygiène et Thérapeutique thermales . 166
DUMAS (G.). — Les Etats intellectuels dans la Mélancolie 559
EHLERS (E.). — L'Ergotisme 36
FLEURY (M. de). — Introduction à la Médecine de l'Esprit 1012
GALTIER-BOISSIÈRE. — L'Enseignement de l'Anti-alcoolisme. Hygiène. Législation française et étrangère. 632
GAUCHAS (Dr). — Deux ans de fonctionnement d'une crèche. Etude d'Hygiène infantile 681
GAYET (Dr). — Guide sanitaire à l'usage des Officiers de l'Armée coloniale 354
LEGRAIN. — Des Anomalies de l'instinct sexuel et en particulier de l'inversion du sens génital 602
LEJARS (F.). — Le Lavage du sang 798
LETULLE (M.). — Anatomie pathologique. Cœur, vaisseaux, poumons 417
LYON (G.). — Traité élémentaire de Clinique thérapeutique 313
MASON (W.-P.). — Les Distributions d'eau au point de vue sanitaire (en anglais) 923
MEUNIER (H.). — Du Rôle du système nerveux dans l'Infection de l'appareil broncho-pulmonaire 884
PROUST (A.) et MATHIEU (A.). — L'Hygiène de l'Obèse . 721
ROGER (G.-H.). — Des Applications des sérums sanguins au Traitement des maladies 166
ROTHSCHILD (H. de). — Quelques observations sur l'alimentation des nouveau-nés et de l'emploi raisonné du lait stérilisé 846
SONNIÉ-MORET. — Eléments d'Analyse chimique médicale appliquée aux recherches cliniques 77
SPERK (E.-L.). — Œuvres complètes : Syphilis. Prostitution. Etudes médicales diverses (traduit du russe) 277
TOULOUSE (E.). — Enquête médico-psychologique sur les rapports de la supériorité intellectuelle avec la névropathie. I. Emile Zola 391
TRILLAT (A.). — La Formaldéhyde et ses applications à la Désinfection des locaux contaminés 354
VIEILLARD. — L'Urine humaine. Urines normales, anormales, pathologiques, avec une préface de M. Armand Gautier 313

5° SCIENCES DIVERSES

GRANDE ENCYCLOPÉDIE, inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts.
— 561e livraison 439
— 564e et 565e livraisons 632
KUMS (Dr A.). — Les choses naturelles dans Homère . 1013
MERTZ (J.-T.). — A History of the european Thought in the nineteenth century (1er volume) 602

Thèses pour le Doctorat présentées à la Faculté des Sciences de Paris (1896-1897), et analysées dans la Revue en 1897.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

BEUDON (J.). — Sur les Systèmes d'équations aux dérivées partielles dont les caractéristiques dépendent d'un nombre fini de paramètres 389
DESAINT. — Sur quelques points de la Théorie des fonctions 962
FERRAUD (A.). — Sur la valeur approchée des Coefficients d'ordre élevé dans les développements en série 843
HAURE (M.). — Recherches sur les Points de Weierstrass d'une courbe plane algébrique 351
LEAU (L.). — Etude sur les Equations fonctionnelles à à une ou plusieurs variables 795
SUCHAR (P.-J.). — Sur le problème général de l'inversion et sur une classe de fonctions qui se ramènent à des fonctions à multiplicateurs 718
THYBAUT (A.). — Sur la Déformation du paraboloïde et sur quelques problèmes qui s'y rattachent 881

2° SCIENCES PHYSIQUES

(PHYSIQUE ET CHIMIE)

BOUASSE (H.). — Sur la torsion des fils fins 921
CHANCEL (F.). — Contribution à l'étude des Propylamines normales et de leurs dérivés 358
COTTON (A.). — Recherches sur l'Absorption et la dispersion de la Lumière par les milieux doués du pouvoir rotatoire 389
GUINCHANT (J.). — Etude sur la Fonction acide dans les dérivés méthéniques et méthiniques 796
GUYOT (A.). — Etude de quelques homologues de la Diphénylanthrone (Thèse de Nancy) 74
HOUDAILLE (F.). — Mesure du Coefficient de diffusion de la vapeur d'eau dans l'atmosphère et du Coefficient de frottement de la vapeur d'eau 756
KLOBB (T.). — Nouvelles synthèses au moyen de l'éther cyanacétique 437
LESPIEAU (R.). — Recherches sur les Epidibromhydrines et les composés propargyliques 515
MANCEAU (E.). — Sur le tanin de la Galle d'Alep et de la Galle de Chine 757
PERRIN (J.). — Rayons cathodiques et Rayons de Röntgen 962
PONSOT (A.). — Recherches sur la Congélation des solutions aqueuses étendues 311
SENTIS (H.). — Tension superficielle de l'eau et des solutions salines 719
THOMAS (V.). — Contribution à l'étude de quelques sels métalliques halogénés 1011
THOMAS-MAMERT (A.). — Sur quelques amino-acides non saturés 437
VIGOUROUX (E.). — Le Silicium et les Siliciures métalliques 34
VILLARD (Paul). — Etude expérimentale des Hydrates de Gaz 352
— Etude des gaz liquéfiés 352
WEISS (Pierre). — Recherches sur l'Aimantation de la Magnétite cristallisée et de quelques alliages de fer et d'antimoine 352

3° SCIENCES NATURELLES

CARNOT (P.). — Recherches sur la Mécanique de la pigmentation 438

Chudeau (R.). — Contribution à l'étude géologique de la Vieille-Castille 213
Coupin (H.). — Recherches sur l'Absorption et le rejet de l'Eau par les graines 312
Douxami. — Étude sur les Terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse 439
Fauvel (Pierre). — Recherches sur les Ampharétiens . . 963
Fockeu (H.). — Recherches anatomiques sur les Galles. Étude de quelques Diplerocécidies et Acarocécidies (Thèse de Lille) 631
Gravier (Ch.). — Recherches sur les Phyllodociens . . 516
Hubert (E. d'). — Recherches sur le Sac embryonnaire des plantes grasses 213
Laborde (J.). — Recherches physiologiques sur une moisissure nouvelle, l'Eurotiopsis Gayoni 846
Langlois (P.). Sur les fonctions des Capsules surrénales . 477
Loisel (G.). — Formation et évolution des éléments du Tissu élastique 631
Sappin-Trouffy (M.). — Recherches histologiques sur la famille des Urédinées 601
Tswett (Michel). — Études de Physiologie cellulaire (Thèse de Genève) 516

IV. — ACADÉMIE ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Académie des Sciences de Paris

Séances des 14 décembre 1896 37
— 21 — — 38
— 28 — — 78
— 4 janvier 1897 79
— 11 — — 119
— 18 — — 120
— 25 — 167
— 1er février — 168
— 8 — 215
— 15 — 278
— 22 — 279
— 1er mars 314
— 8-15 — 315
— 22-29 — 355
— 5 avril 393
— 12 — — 394
— 20-26 440
— 3 mai — 480
— 10 — 518
— 17 — — 519
— 24 — — 520
— 31 — — 560
— 8 juin — 561
— 14 603
— 21 — 604
— 28 — — 633
— 5 juillet 633
— 12 — — 634
— 19-26 — 682
— 2 août — 683
— 9-16-23 — 722
— 30 — — 723
— 6-13 septembre 760
— 20-27 — — 799
— 4-11 Octobre 847
— 18-25 — — 885
— 2-8 novembre 924
— 15 — 966
— 22-29 — 967
— 6 décembre 1014
— 13 — — 1015

Académie de Médecine

Séances des 15-22-29 décembre 1896 38
— 5 janvier 1897 120
— 12-19-26 — — 121
— 2-9-16 février 280
— 23 — 316
— 2-9-16 mars 357
— 23 — — 394
— 30 — — 395
— 6 avril — 395
— 13-20-27 — 441
— 4 mai 481
— 11-18-25 — 521
— 1er juin — 561
— 8-15-22-29 — — 605
— 6-13 juillet — 635
— 20 — — 684
— 27 — — 685
Séances des 3 août — 685
— 10-17-24-31 — — 723
— 7-14 septembre — 760
— 21-28 — — 799
— 5-12 octobre — 848
— 19-26 — — 886
— 2-9 novembre — 925
— 16-23-30 — — 968
— 7-14 décembre — 1016

Société de Biologie

Séances des 5-12-19 décembre 1896 80
— 26 — — 81
— 9 janvier 1897 81
— 16 — — 168
— 23-30 — — 169
— 6-13-20-27 février — 281
— 6-13-20 mars — 357
— 27 — — 358
— 3 avril — 395
— 10 — — 442
— 1er mai — 481
— 8-15 — — 521
— 22 — — 605
— 29 — — 606
— 5-12 juin — 606
— 19-26 — — 635
— 3 juillet — 636
— 10-17 — — 685
— 24-31 — — 723
— 2-9-16 octobre — 848
— 23-30 — — 886
— 6 novembre — 925
— 13 — — 968
— 20 — — 969
— 27 — — 1016
— 4 décembre — 1016

Société française de Physique

Séances des 18 décembre 1896 121
— 15 janvier 1897 170
— 5 février — 216
— 19 — — 281
— 5 mars — 358
— 19 — — 395
— 2 avril — 396
— 7 mai — 521
— 21 — — 562
— 4 juin — 606
— 18 — — 723
— 2 juillet — 724
— 16 — — 725
— 6 novembre — 926

Société Chimique de Paris

Séances des 27 novembre 1896 38
— 2 décembre — 39
— 11 — 81
— 8 janvier 1897 82

Séances des 22 janvier 1897 282
— 12 février — 283
— 26 — — 317
— 12 mars — 442
— 26 — — 481
— 9 avril — 481
— 14-28 mai — 607
— 11 juin — 685
— 25 — — 686
— 9 juillet — 725
Communications 799
Séances des 12 novembre 1897 969
— 26 — — 1016
— 10 décembre — 1017

SECTION DE NANCY

Séances des 20 janvier 1897 82
— 17 février — 170
— 17 février (suite) — 216
— 17 mars — 359
— 26 mai — 522
— 26 mai (suite) — 607
— 15 décembre — 1017

Société Royale de Londres

Communications 82
— 122
— 217
— 317
— 397
— 442
— 481
— 523
— 572
— 636
— 686
— 726
— 760
— 800
— 848
— 886
— 926
— 969
— 1017

Société de Physique de Londres

Communications 170
Séances des 22 janvier 1897 171
— 12 février — 283
— 26 — — 320
Communications 359
Séances des 12-26 mars 1897 398
— 9 avril — 399
— 14 mai — 523
— 28 — — 607
— 11 juin — 639
— 25 — — 640
Séances des 29 octobre 1897 888
— 12 novembre — 928
— 26 — — 1019
— 10 décembre — 1019

Société de Chimie de Londres

Communications 82
Séance du 3 décembre 1896 83
Communications 172
Séance du 21 janvier 1897 283
Communications 360
Séances des 5 mars 1897 444
— 31 — — 524
— 1er avril — 524
— 29 — — 564
— 6 mai — 564
— 20 — — 608
— 3 juin — 608
Communications 762
— 970

Académie des Sciences d'Amsterdam

Séances des 23 novembre 1896 39
— 2 janvier 1897 123
— 30 — — 219
— 27 février — 399
— 27 mars — 483
Communications 727
— 763
— 803
Séances des 25 septembre 1897 851
— 30 octobre — 971
— 30 octobre (suite) — 1019

Académie des Sciences de Vienne

Séances des 3-10 décembre 1896 40
— 17 — — 84
— 7 janvier 1897 84
— 14-21 — — 172
— 4-11-18 février — 284
— 4-11-18 mars — 400
— 1er avril — 400
— 8 — — 524
— 6-13 mai — 524
— 20 — — 608
— 3 juin — 608
— 18 — — 640
— 1er juillet — 640
— 8 — — 688
— 15 — — 728
— 7 octobre — 851
— 14-21 — — 928
— 7 novembre — 928
— 11-18 — — 972
— 2-9 décembre — 1020

V. — CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Botanique et Agronomie

B. R. — Découverte d'Anthérozoïdes chez les Gymnospermes 325
Larbalétrier (A.). — Le dosage de l'azote dans les terres et les engrais; simplification de la méthode de Kjeldahl 175
L. O. — La reprise d'un projet de Pasteur pour détruire le Phylloxera. 890
Molinié (M.). — La valeur agricole du « Tout à l'égout » 611
— Vinification rationnelle par l'emploi des levures pures, après stérilisation des moûts de raisin. . . 87

Chimie

Damour (E.). — Le rôle de la Science et des Laboratoires industriels dans les usines céramiques . . . 362
Demenge (E.). — La Coulée centrifuge appliquée au Durcissement de la surface des moulages d'acier. 975
Etard (A.). — Le nouvel élément annoncé par M. G.-G. Boucher 835
Freundler (P.). — L'Enseignement pratique de la Chimie appliquée de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. 568
Guichard (M.). — Le rôle des Carbures métalliques dans la nature. 3
— Un prétendu « Nouvel Elément » : le Lucium . . 126
Guillaume (Ch.-Ed.). — La notion de « Solution solide » 643
Hélier (H.). — Sur la fin prochaine de la Chimie expérimentale 3
L. O. — La Constitution des Corps phosphorescents . 643
M. G. — Un nouveau ferment du sang : la Lipase. . . 126
Olivier (L.). — La Science dans l'industrie des Parfums en Allemagne 86

Olivier (L.). — Création à Rouen d'un Laboratoire de chimie pour l'enseignement de la Teinture et de l'Impression. 362
Répix. — Fermentation alcoolique par action diastasique. 234
Wilde (A.) et Olivier (L.). — Science et sophisme en Chimie. 288
La Lipase végétale. 175
La Revue de Physique et de Chimie 224
Dotations scientifiques. 224
Dotations scientifiques. 288
Application de l'Acétylène à l'Analyse chimique 403
Nouvel appareil pour la Diagnose rapide du Potassium 403
Création d'un Laboratoire international pour l'analyse des Fers et des Aciers 527
Une nouvelle Classe de substances oxydantes : les Percarbonates. 690
L'Utilisation de l'Aluminium 766
Sur les Procédés de raffinage et d'épuration des Jus sucrés. 766
Comité de Consultations industrielles. . 125, 289, 488, 805
Sur la Préparation industrielle de l'Aldéhyde formique. 805

Distinctions et Solennités Scientifiques

Jaubert (G.-F.). — Le Jubilé de M. Cannizzaro 1
Le Cinquantenaire académique de M. Faye 41
Elections à l'Académie des Sciences de Paris (MM. Filhol et Sebert). 85
La Médaille d'or de la Société industrielle du nord de la France (M. Moissan). 85
Elections à la Société Royale de Londres (MM. G. Lippmann, A. Heim, Mittag-Leffler, Schiaparelli) . . . 85
Elections à l'Académie des Sciences de Berlin (MM. Rayleigh et Ramsay). 85
Election à l'Académie des Sciences de Paris (M. Violle). 125
Elections à la Société Royale de Londres (MM. Williard Gibbs et Wislicenus) 125
Election à l'Académie des Sciences de Berlin (M. Darboux) 125
Election à l'Académie des Sciences de Paris (M. G. Bonnier). 173
Election à la Société Royale d'Edimbourg (M. Amagat). 221
La Médaille d'or de la Société Astronomique de Londres (M. Barnard) 221
La Médaille Bessemer (Sir F.-A. Abel) 221
La Médaille d'or de la Société de Géographie de Saint-Pétersbourg (M. Moureaux). 221
Election à l'Académie des Sciences de Paris (M. Radau). 285
Elections à l'Académie des Sciences de Turin et à l'Académie des Sciences de l'Institut de Bologne (M. Em. Picard). 285
Le Cinquantenaire de H.-C. Sorby. 321
La Médaille d'or de la Société géologique de Londres (Miss Ogilvie) 321
Election à la Société des Sciences de Haarlem (M. Moissan) 402
Election à la Société des Sciences de Haarlem (M. E.-H. Amagat). 445
Elections à l'Académie des Sciences de Paris (MM. Hatt et de Lapparent). 525
Cercle Saint Simon. 836
Election de l'Académie des Sciences de Paris (succession de M. Schutzenberger). 889
Election à l'Académie des Sciences de Paris (M. Ditte). 932
La séance anniversaire de la Société Royale de Londres. 973

Electricité Industrielle

Berthier (A.). — Le Chemin de fer électrique de la Jungfrau. 729
Courtois (G.). — Nouvel appareil enregistreur pour Câbles sous-marins. 610
G.-L.-P. — Exposition internationale d'Electricité à Turin en 1898 224
Urbain (E.). — L'Electrodialyse des Jus sucrés 361
Nouveaux appareils de Chauffage électrique. 175
Les nouveaux Accumulateurs Tudor. 224
Le système de Traction électrique sur les lignes de la Madeleine à Courbevoie, Neuilly et Levallois. 402
Les Automobiles électriques 402
Nouveau Voltmètre d'étalonnage. 446
Emploi des Gadoues à la production de l'Electricité. 527
Les Fiacres électriques à Londres. 690

Génie civil

Audouin (L.). — La Navigation de la Loire. 222
Brunet (L.). — Le Frein électro-pneumatique de M. Chapsal. 42
G.-L. P. — Installation de Torpilleurs sous-marins dans les flancs des croiseurs et des cuirassés 526
Lauriol (P.). — Le Pavage en bois. 1
Olivier (L.). — Les Navires de guerre de la Marine allemande. 222
— La Revue de Mécanique 221
— La Réfection du cours de la Loire. 445
Pérard (J.). — L'Enseignement professionnel des Marins pêcheurs 853
Pesce (G.-L.). — Le Travailleur sous-marin. 322
Congrès international des Naval Architects and Marine Engineers. 609
La Fabrication des Galets en papier 765
Les Travaux du port de Marseille. 805
Automobilisme. 834

Géographie et Colonisation

Dehérain (H.). — La descente du Niger par la Mission Hourst. 88
— Le Bulletin du Comité de Madagascar. 643
Godefroy (J.). — La Kabylie et le peuple kabyle . . . 225
— Le port de Sfax 325
— Au Siam. 365
— Le Mouvement colonial en Allemagne 489
— Le Mouvement colonial en France 527
— Les travaux publics aux Colonies : les Chemins de fer. 937
Léonardon (H.-L.). — Les Voyages d'études de la « Revue ». Aux Capitales de la Baltique et en Russie. 643
Machat (J.). — La France dans le détroit de Bab-el-Mandeb ; Cheikh-Saïd 289
— La Thessalie. 747
Madrolle (Cl.). — Haï-Nan et les influences étrangères 3
Privat-Deschanel (P.). — L'acclimatation du Tagasaste en Algérie et en Tunisie. 89
Rivière (Ch.). — Culture du Manioc dans le Bassin méditerranéen 976
Rocques (X.). — Les Conserves de viandes destinées aux administrations de la Guerre et de la Marine. 404
Voyages d'études de la « Revue ». 401
— Voyage en Egypte 446
— Voyage aux Capitales de la Baltique et en Russie. 485
— — — — . 528
— Voyage au pays des Croisés : Syrie et Palestine. . 565
— Voyage en Russie et aux Capitales de la Baltique. Livres à lire 569
— Voyage au pays des Croisés : Syrie et Palestine. Livres à lire 612
— Voyage au pays des Croisés 644
— — — . 731
— — — . 766
— Constantinople et Athènes 892
— Voyage en Grèce, au Mont Athos et à Constantinople (vacances de Pâques, 1898). 929
La Femme aux Colonies 128
La traversée de l'Asie septentrionale par la Mission Chaffanjon. 128
Education scientifique des voyageurs naturalistes . . . 289
L'utilisation des cataractes du Nil comme force motrice. 326
Peut-on domestiquer l'éléphant d'Afrique ? 326
Un câble anglais à travers le Pacifique 365
Deux nouvelles écoles à Madagascar 366
La question du Cheikh-Saïd 404
Etudes coloniales mises au Concours. 405
Expéditions au pôle Sud 691
La culture du Giroflier dans les Colonies françaises. . 732
Les cultures coloniales à la Réunion 767
L'Exposition internationale des Pêches à Bergen en 1898 767
Projet de câble pour l'Islande 768

Géologie et Paléontologie

Glangeaud (Ph.). — Les dernières découvertes de M. Ameghino. 933
Haug (E.). — Les nouvelles cartes géologiques . . . 403

L'existence de l'Homme à l'époque glaciaire en Amérique 224
Découverte d'un Scombéroïde fossile 404

Nécrologie

A. D. — Rudolf Heidenhain 853
Bassot (Col.). — Antoine d'Abbadie. 285
Dehérain (H.). — Antoine d'Abbadie. 285
— L'Explorateur Zintgraff. 974
Etard (A.). — P. Schützenberger. 525
Jaubert (G.-F.). — Alfred Nobel 1
Lacroix (A.). — A. Descloizeaux 486
Létienne (A.). — Morvan. 321
Picard (E.). — Karl Weierstrass 173
— James Joseph Silvester. 689
Weiss (G.). — Émile du Bois-Reymond. 41
George Ville. 125
Charles Contejean 174
Galileo Ferraris 174
Franz Baur, Henri Gatke, E. A. B. Lundgren, Hermann von Nördlinger, A. A. van Bemmelen, Auguste Streng, Salvatore Trinchese, Sylvester, Antoine d'Abbadie 221
Discours sur Pasteur à la Société chimique de Londres. 361
Dr Magitot, Léon de Pasquier, Descloizeaux. 361
K. R. Fresenius 526
Edm. Drechsel, Ernest Scheering. 889
E. S. Tarnier 932
A. Joly 974
Cornevin 974

Physique

Brillouin (M.). — Origine, variations et perturbations de l'Electricité atmosphérique 641
Broca (A.). — Lettre à propos des expériences de M. P. Zeeman 975
Charpy (G.). — Recherches nouvelles sur les Aciers au nickel 487
Gaumont (L.). — L'inscription photographique des altitudes dans les ascensions des Ballons-sondes. . . 889
Guillaume (Ch.-Ed.). — L'absorption de la Lumière dans les corps fluorescents. 932
Le Chatelier (H.). — Un nouveau Microscope pour l'étude des corps opaques. 43
Lenoble (E.). — Nouveau procédé de détermination de la densité des corps pulvérulents (méthode du flacon). 642
Meslin (G.). — Sur la loi de Newton 174
Raveau (C.). — L'Exposition de la Société française de Physique. 487
L'Hyperphosphorescence 361
Sur quelques Propriétés des Gaz faradisés. 361
Expériences de lord Rayleigh sur les ondes sonores. . 445
La transmission des signaux à travers l'espace par les radiations électriques. 567
Un nouveau Voltmètre d'étalonnage. 567

Sciences Médicales et Physiologie

Balthazard (V.). — Les Actions physiologiques attribuées aux rayons X leur sont-elles dues? 891
Fontoynont (M.). — Du sérodiagnostic de la fièvre typhoïde et du procédé de M. Widal 44
Guichard (M.). — Le Phosphorisme. 856
Guillaume (Ch. Ed.). — Le minimum perceptible de l'Audition. 569
Landouzy. — Morphologie et culture du Bacille de la Peste 127
Maubrac (P.). — Application thérapeutique des rayons Röntgen 88
Maurange (G.). — Le Suc pulmonaire. 224
Molinié (M.). — La question du lait à Paris. 176
— La désinfection des locaux. 364
— Le traitement des ordures dans les grandes villes. 446
— L'adduction des eaux du Loing et du Lunain à Paris. 806
Olivier (L.). — Nouvel emploi du Choléra des Poules pour détruire les lapins en Australie. 365
Traitement opératoire de la gibbosité du Mal de Pott. 45
Nouvelle application de la Radiographie à la Médecine 404
Création d'un Laboratoire de médecine expérimentale au Collège de France. 611
La Cuisson des viandes. 766
Nouvelle théorie de l'Action des substances antiseptiques et des poisons 806
La Chaleur spécifique du Sang humain 892

Universités, Congrès et Concours

Charrin (A.). — Le Congrès médical de Moscou. . . . 732
Olivier (L.). — La British Association au Canada . . . 489
L'herbier Lloyd 45
La section des Sciences à l'Exposition internationale de Bruxelles en 1897. 128
Recherches scientifiques mises au concours par l'Académie Royale de Belgique. 366
Donations aux Universités 366
Congrès international de Médecine de Moscou en 1897. 366
Congrès international d'Hygiène et de Démographie de Madrid en 1898. 366
Association française pour l'avancement des Sciences (Congrès de Saint-Etienne) 405
Donations aux Universités 490
Concours sur les variétés de nos Céréales. 490
Congrès international de Géologie de Saint-Pétersbourg. 569
Congrès pour l'étude de la Tuberculose. 644
Concours ouvert par la Société industrielle de Mulhouse 644
Association française pour l'avancement des Sciences (Congrès de Saint-Etienne). 691
La question des Etudiants étrangers à la Faculté de médecine de Paris 768
Le discours de M. Meslin sur l'Energétique, à la rentrée solennelle des Facultés à Montpellier. 856
Cours du Muséum d'Histoire naturelle en 1897-1898. 808
Cours du Collège de France 892

Zoologie

Delage (Y.). — Sur la méthode d'exposition en Zoologie. 175
Exploration de la Faune marine de la côte sud-africaine. 221
L'Index à fiches du Concilium bibliographicum 855

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS[1]

A

A. B., 351.
A. D., 853.
A. L., voir *A. Lestienne.*
Abadie, 635.
Abbadie (A. d'), 285, 355.
Abelous, 166, 313, 357, 605, 969.
Abney (W. de W.), 171., 802.
Abraham, 282, 393, 396, 562, 635.
Achalme, 357.
Achard, 357, 441.
Ackermann, 888.
Adamkievicz, 400.
Addyman Gardner, 971.
Ader, 604.
Agafonoff, 440, 634.
Aguiar (Alberto d'), 279, 317, 480.
Aignan, 518, 603, 847.
Aimable, 172.
Aimé, 119.
Albarran, 395, 636.
Alberda van Ekenstein, 124, 925.
Albert Ier, prince de Monaco, 37.
Albrecht, 524, 608.
Alvernhe, 354.
Amagat, 278, 312, 316, 358, 630, 1011.
Amaudrut, 168.
Andeer, 316, 561, 562, 643, 848, 924, 925, 1016.
Andor Ferenczy, 851.
Andrade (J.), 561, 603, 722, 920.
André (Ch.), 683, 924.
André (G.), 82, 215, 283, 356, 442.
André (d'), 760.
Andreasb, 284, 1012.
Angot (A.), 518, 600, 603, 844.
Antheaume, 605.
Apert (E.), 848.
Apostoli, 604, 683.
Appell (P.), 37, 168, 274, 279, 604.
Appleyard, 170, 398, 524, 1019.
Archambault, 885.
Ariès, 1010.
Arloing, 81, 560, 606, 683, 684.
Armengaud aîné (M.), 351.
Armstrong (H. E.), 84, 763.
Arpad von Degen, 608.
Arneth (A. von), 851.
Arréat (L.), 390, 758.
Arsonval (d'), 518, 603.
Arth (G.), 170, 390, 633.
Arthaud, 169.
Arthus, 478, 922.
Aston (Mlle E.), 167, 524, 683, 967.
Astruc, 521, 1015.
Athanasiu, 606, 636.
Atkinson, 283.
Aubel (E. van), 220, 725.
Aubert (E.), 214.
Auché, 636, 886.
Audoin, 223.
Auffret, 121.
Aumale (duc d'), 518.
Autonne (L.), 120, 351, 389, 475, 678, 756, 795, 843, 881.
Ayrton, 1019.

B

B. R., 325.
Babes, 280, 394, 441.
Babinski, 636.
Bach, 480.
Bagard, 78.
Bailhache, 314.
Baillaud (B.), 393, 599.
Baire, 924.
Baker (Julian L.), 283.
Bakhuis Roozeboom, 804.
Baldwin (J. M.), 680.
Ball (John), 84.
Balland, 79, 80, 120, 356, 518, 561, 635, 760, 885, 966.
Balthazard, 606, 685, 892.
Baly, 171.
Balzer, 886.
Bamberger, 608, 640.
Bapst, 520.
Bar, 1016.
Barbier, 561, 636.
Bardet, 603.
Bardier, 281, 442.
Baretge, 168.
Bariduer, 317.
Barillot (E.), 76, 520.
Barlow (W.), 398.
Barr, 888.
Barré, 280, 521, 886.
Barrier, 169.
Barrois (Ch.), **496** à **503**, 604.
Barthe (L.), 682.
Barthe de Sandfort, 634.
Barthélemy, 78.
Barton, 171.
Bassot (Colonel), 286, 1014.
Bataillon, 604.
Battandier, 722, 799.
Baubigny, 315, 316, 440, 480, 847, 885, 924.
Baynes, 1019.
Bazy (Dr), 394, 439, 605.
Beaulard, 725.
Beauregard (H.), 80, 81, 166, 313, **669** à **677**, 683, 797, 922.
Béchamp, 481, 686, 726, 799.
Becke, 172, 400.
Beckel, 886.
Beckit-Burnie, 359.
Becquerel (H.), 282, 314, 394, 518, 521, 924.
Béhal (A.), 442, 845, 1015.
Behrens, 852.
Belugou, 1015.
Bemmelen (J. M. van), 220.
Bemmelen (W. van), 399.
Benedikt, de Vienne, 685.
Benedikt Sporer, 851.
Benndorf, 972.
Benoïst, 78, 120, 282, 395.
Benoit, 170, 562.
Bentéjac, 121.
Bérard (L.), 38.
Berend Cohen (J.), 970.
Berg, 38.
Berger (E.), 636, 848, 925.
Berger (P.), 357, 635.
Bergeron (J.), 38, 1016.
Berget (A), 1011.
Bergonié, 79, 636, 684, 1015.
Berlioz, 562.
Bernard, 520, 634, 636, 758.
Bernardières (de), 603.
Bernes, 722.
Berthelot (M.), 38, 120, 215, 278, 283, 316, 356, 442, 518, 520, 561, 683, 684, 847, 881, 924, 966, 967.
Berthier, 73.
Bertin, 603.
Bertin-Sans, 635.
Bertrand, 684.
Bertrand (C. E), 603, 1015.
Bertrand (G.), 518, 603, 607, 757.
Berwerth, 172.
Besançon, 119, 279, 520.
Besson (A.), 120, 279, 356, 393, 519, 603, 966, 1015.
Besson (L.), 1014.
Beudon (J.), 356, 389, 682, 967.
Bevan (J. E.), 83, 763.
Bevan Lean, 762.
Bezançon, 607.
Bezold (von), 928.
Bianchi (Luigi), 718.
Biarnès, 357.
Bickel, 356.
Biervliet (J.-J. van), 797.
Bigot (A.), **462** à **468**, 722.
Bigourdan (G.), 37, 78, 119, 120, 167, 215, 355, **508** à **513**, 885.
Binder, 284, 524.
Binet (A.), **60** à **65**, 80, 558.
Bioche, 633.
Blaise, 38, 119, 283, 442, 685.
Blake, 83.
Blakesley, 283, 639.
Blanc (G.), 314, 355, 603.
Blanchard (E.), 635.
Blanchard (R.), 121, 521, 605.
Blanquinque, 121.
Blau, 284.
Blitz, 636.
Bloch (A.-M.), 80, 1016.
Bloch (Dr M.), 605.
Blocq (Dr), 317.
Blondel, 562, 682.
Böck (Fritz), 608.
Bohl (V. von), 115.
Bohn (G.), 760, 847.
Bohr (Christian), 279.
Boinet, 521.
Boirivant, 635, 722.
Bois-Reymond (Em. du), 41.
Boisseau du Rocher, 167.
Boissonnas, 32.
Boix, 80, 968.
Bolam, 83.
Boltzmann, 84.
Bone (A.), 83.
Bonnafy, 561.
Bonne (C.), 635.
Bonnefoi, 393.
Bonnier (G.), 314, 315.
Bonnier (P.), 169, 395.
Bonytand, 37.
Borchers (Dr W.), 212.
Bordage, 168, 279, 633.
Bordas, 315.
Bordas (F.), 37, 81, 168, 169.
Bordas (L.), 80, 279, 394, 684.
Bordier (Dr H.), 517.
Borel (Émile), 37, 356, **783** à **789**.
Borgman, 440.
Bose (Jagadis Chunder), 356, 396, 523

1. Les noms imprimés en **caractères gras** sont ceux des auteurs des articles originaux.
Les **chiffres gras** reportent à ces articles.

Bossert, 167.
Bouasse (H.), 921.
Bouchard, 37, 79, 81, 440, 481, 519, 561, 606, 848, 925.
Bouchardat, 357, 634.
Boucheron, 281, 395.
Boudouard, 315, 966, 1017.
Bouffard, 356.
Bouffé, 633.
Bougaud, 521.
Bouilhac, 968.
Boulanger (A.), 518.
Boulart, 636.
Boullerot, 168.
Bouman, 483.
Bouquet de la Grye, 440.
Bourcet, 38.
Boureau, 358.
Bourges (H.), 964.
Bourgeois (L.), 481, 631, 922.
Bourgeois (R.), 355.
Bourget, 604.
Bourgoin, 280.
Bourlet (C.), 278, 604.
Bourne (G.-C.), 35.
Bourquelot, 481, 521, 968.
Bousquet, 1016.
Boussinesq, 560, 561, 603, 604, 633, 634, 682.
Boutroux (L.), 679, 799.
Bouty, 278.
Bouveault, 420.
Bouvier, 81, 356, 517, 966.
Boys (C. Vernon), **46** à **54**, 283, 320, 888.
Branca, 81.
Branly, 1014.
Brault (J.), 81.
Brenosa (Rafael), 631.
Breton, 279.
Bricard, 1015.
Brillié (H.), **177** à **189**, **234** à **259**.
Brillouin (M.), 642, 683.
Brioschi, 355.
Broca (A.), 81, 119, 169, 281, 316, 356, 395, 522, 633, 924, 926, **935** à **939**, 966, 975.
Brocq (L.), 77.
Brooke (Arthur), 360.
Brouardel, 395, 441, 521, 605.
Browne (H. T.), 172, 283, 608.
Brucker, 968.
Brumpt, 605.
Brun, 846.
Brunet (L.), 38, 43, 80, 120, 168, 216, 280, 357, 394, 480, 521, 561, 635, 723, 760, 799, 848, 886, 925, 968, 1016.
Brunet, de Bordeaux, 81.
Brunhes (Bernard), 515.
Brunner (K.), 284, 688.
Bruno-Bardach, 400.
Bryan, 171.
Budin, 562, 968.
Budischovsky, 355.
Buguet (A.), 118, 722, 924.
Buisine (A.), 966.
Buisine (P.), 966.
Buisson, 635.
Bull (B. S.), 971.
Burdel, de Vierzon, 280.
Bureau, 314.
Burian, 688.
Burot, 280, 605, 685.
Busquet, 79, 818, 1014.
Bussard, 634.
Butte, 169, 279.

C

Cabannes, 886.
Cadet de Gassicourt, 38, 723, 1016.
Cadot, 395.
Caillet, 799.
Caillet (J.), 315, 358.
Cailletet (L.), 885.
Cain (John C.), 83.
Caldecott, 564.
Callandreau (O.), 167, 557, 560.
Calvert (H.-T.), voir *Thornton Calvert*.
Calot (Dr), 38, 605.
Camichel, 634, 725.
Campbell, 1017.
Campos, 636.
Camps, 167.
Camus, 168, 169, 395, 683, 685, 723.
Cannizzaro, 1.
Cantacuzène, 684.
Capitan, 81, 358, 636, 723.
Car (Lazar), 400.
Cardamatis, 441.
Carles, 119, 799.
Carnot (Ad.), 635, 682, 683, 1016.
Carnot (P.), 80, 438, 521, 605.
Carpentier, 396.
Carrasquilla (Dr Juan de Dios), 799.
Carrière, 685, 1015.
Carrion, 281.
Carron de la Carrière, 684.
Cartan, 560, 561.
Casalonga, 316, 355.
Casamian, 760.
Caspari, 121, 603.
Castaigne, 969.
Catois, 167.
Caullery (M.), 80, 634, 847, 966.
Causse, 167, 315, 518, 686, 925, 1014.
Caustier (E.), **809** à **831**.
Cavalier, 119.
Caventou, 38.
Cayeux, 496.
Cazeneuve (P.), 78, 120, 279, 393, 519, 604, 635.
Cazin, 759.
Celier, 760.
Chabaud, 635, 847.
Chabert, 480.
Chabrié, 80, 81.
Chailley-Bert (J.), **912** à **919**.
Chancel (F.), 558.
Chantemesse, 169, 685.
Chantre, 560, 1015.
Chantre (A.), 1011
Chapsal, 42.
Charabot, 481.
Charon (E.), 39, 82, 317, 442, 481, 607, 726, 800, 969, 1017
Charpentier, 38.
Charpentier (A.), 216, 278, 279.
Charpy (G.), 35, 480, 487, 724, 1014.
Charrin (A.), 80, 214, 281, 358, 442, 519, 521, 606, 683, 685, 713, 733, 884, 923.
Chassevant, 723.
Chatin (A.), 79, 520, 561, 722, 760, 847, 1016.
Chatin (J.), 356, 357, 441, 634, 925.
Chattaway, 83, 524, 763.
Chauliaguet (Mlle J.), 603.
Chauveau (A.), 79, 80, 316, 355.
Chauveaud (G.), 847.
Chauvel, 605, 723, 799.
Chauvet, 279, 317.
Chavannaz, 636.
Chesneau, 37.
Chevastelon (R.), 603, 683.
Chipault, 121, 280, 395, 442, 605, 723.
Chollat, 280, 315.
Choquet, 81.
Chree, 171.
Chuard, 560.
Chudeau (R.), 213.
Cjulik (D. van), 123.
Ciado, 759.
Claisse, 80, 169.
Clare de Brereton Evans, 84, 444.
Claude (G.), 355.
Claude (H.), 606, 636.
Cloëz, 440.
Clos, 394.
Clozier, 280, 605, 760.
Cochon (J.), 167.
Cockburn, 608, 971.
Cohen (E.), 764, 972.
Cohen (J. Berend), 970.
Colard, 37.
Colin (Léon), 280, 441.
Collet (A.), 38, 481, 684, 722, 925.
Collet (J.), 519.
Collie, voir *Norman Collie*.
Colson (A.), 78, 119, 282, 283, 315, 1014, 1017.
Colson (R.), 309, 560.
Combe, 562.
Comby (J.), 77.
Coni (Emilio), 357.
Contejean (Ch.), 80, 81, 174, 281.
Contremoulins, 168, 967.
Cook, 444.
Coppet (L.-C. de), 847.
Cordes, 886.
Coret, 120.
Cornevin (Ch.), 394, 974, 1016.
Cornil, 357, 605.
Cornu (A.), 38, 396, 885, 926.
Cornu (M.), 314, 356.
Cosserat (E.), 393, 518, 604, 629, 682.
Cosserat (F.), 629
Cottet, 846.
Cotton (A.), 389, 967.
Cotton (E.), 393, 682.
Cotton (F.-J.), 84.
Coudon, 634.
Counillon, 79.
Coupin (H.), 312, 1011.
Courmont, 281, 357, 606, 923, 968, 969.
Courtade, 723.
Courtillier, 80.
Courtois, 614.
Coyon, 969.
Cranz (C.), 1010.
Crelier, 967.
Crémieu, 1014.
Cristiani, 848.
Croft, 171.
Croisier, 723.
Crompton (Holland), voir *Holland Crompton*.
Crookes (W.), 440.
Croquevielle, 280.
Cross, 83.
Crossley, 360, 967.
Crova, 1014.
Cruls, 722, 924.
Cuénot (L.), 35, 37, 438, 634, 682, 721, 964.
Cyon (E. de), 633, 760.
Czapek, 284.
Czinner, 728.

D

Dalby, 398.
Dallemagne (J.), 517.
Damien (B.-C.), 515.
Damour (E.), 364.
Daniel, 440, 924.
Danilewsky, 603, 605.
Danion, 315.
Darboux, 480, 604, 629.
Darzens, 38, 216, 316, 355, 358.
Dassonville, 605, 967.
Dastre, 81, 119, 169, 357, 723, 885, 1016.
Daublebsky von Sterneck (R.), 284, 972, 1020.
David, 78, 314, 521.
Davis (B.), 886.
Davis (W.-A.), 84.
Davy (L.), 684.
Debierre, 394.
Debove, 441, 684.
Debrou, 635.
Déchery, 605.
Dechevrens, 604.
Décombe, 518, 724.
Deeley, 83.
Defacqz, 78.
Dehérain (H.), 89, 165, 238, 601, 643, 975.
Dehérain (P.-P.), **65** à **73**, 215, 683, 684, 799.
Dejerine, 281, 357, 606, 636, 685, 1016.
Delachanal, 925.
Delacroix, 521.
Delage (Yves), 165, 175.

Delagenière, 685.
Delassus, 78.
Delauncy, 119, 168, 315, 355, 393, 440.
Delbet, 281.
Delépine, 215, 282, 394, 604, 633, 682, 686, 726, 800, 1014, 1016.
Delezenne, 169, 356, 521.
Delfau (G.), 166.
Delore (X.), 684.
Delorme, 121, 968.
Delsol, 78.
Demars, 441.
Demenge (Emile), 350, 976.
Demerliac, 119.
Démichel, 170.
Demosthen, de Bucharest, 120.
Demoulin (A.), 519.
Denigès, 358.
Déperet, 605.
Déprez (Marcel), 847.
Derlon, 760.
Deroubaix, 521.
Desaint, 215, 393, 962.
Descloizeaux, 361, 486, 518.
Desgrez, 685, 966, 969, 1015.
Deslandres (H.), 167, 355, 356, 480, 561, 722.
Desmoulins (A.), 602.
Destot, 38, 519.
Devaux, 1015.
Dévé (capitaine), 216.
Dewar (J.), 217, **460** et **461**, 560, 636, 847, 926, 969, 1016.
Dianoux, 441.
Diener, 284, 972.
Dieulafoy, 357, 394, 395, 441, 521, 886.
Dijken, 220.
Dini, 122.
Ditte (A.), 78, 79, 967.
Divers, 82, 83.
Dixon (A.-E.), 83, 283.
Dixon (H.-B.), 564.
Dobbié, 564.
Dollfus (A.), 635.
Domelli, 606.
Domingos Freire, 886.
Dommer (F.), **367** à **378**, **694** à **698**.
Dongier, 79, 121, 170, 683.
Dootson, 971.
Dörfler (Ignaz), 608.
Doumer, de Lille, 886.
Douvillé, 604.
Douxami, 439.
Doyen, 441, 605, 848.
Doyon (M.), 169, 281, 635.
Drach, 885.
Druault, 723.
Druce Lander, 83.
Dubar, 968.
Dubois, 635.
Dubois (E.), 220, 280, 400.
Dubois (L.), 966.
Dubois (L.), de Reims, 394.
Dubousquet, 722.
Ducla, 278, 394, 722.
Duclaux (E.), 76, 605, 1015.
Ducretet (E.), 603, 926.
Ducru, 39, 760.
Dugas, 847.
Dugast (J.), **769** à **783**.
Duhem (P.), 310.
Dumas (G.), 559.
Dumetz, 760.
Dumont (G.), 795.
Dumont (J.), 518, 719, 799.
Dumontpallier, 81, 481, 521.
Duplay (S.), 759.
Dupont, 215, 633.
Duporcq (E.), 315, 966.
Dupuy, 81.
Durègne, 519.
Durrant, 172.
Dussaud, 38.
Dutoit, 683.
Duval (Mathias), 312, 561.
Dymond, 360.

E

E. H., 32.
E. U., 631.
Eberhard (Dr V.), 436.
Eberlin (Ph.), **861** à **866**.
Ebert, 1015.
Ebner (von), 284.
Eddington, 762.
Edinger (Dr L.), 35.
Edwards, 83.
Effront, 634, 635, 684.
Eginitis, 119, 682.
Egoroff, 393, 481, 634.
Ehlers (Dr E.), 36.
Ehrmann, 521.
Elder, 283.
Eldick (A. van), 764, 803.
Emich, 84.
Engel (F.), 629.
Engel (R.), 81, 393, 799, 924, 925.
Engelmann, 220.
Enriquez, 81.
Epstein (Boleslas), 356.
Eriksson, 314.
Ermenghem (van), 281.
Errera (L.), 277.
Etaix, 800.
Etard (A.), 213, 317, 526, **593** à **598**, 603, 855, 882.
Everdingen (E. van), 728, 803, 972.
Exner, 172.
Eykman, 764.

F

Fabry (Ch.), 167, 215, 606, 757.
Fabre (E.), 120.
Farabeuf, 121.
Farman (D.), 475.
Faurie, 633.
Fauvel (P.), 886, 963.
Favé (Général), 278.
Favrel, 1017.
Faye (H.), 41, 167, 215, 394, 480, 520.
Fehr (H.), 33, 436, 475, 557, 629, 718, 756, 795, 813, 881.
Fenon, 37.
Féré (Ch.), 80, 281, 357, 481, 606, 685, 848, 886, 969.
Férée, 82, 359, 607, 1017.
Fernet, 280, 605.
Ferran, 858.
Ferrand, 760.
Ferraris (Galileo), 174.
Ferraud (A.), 843.
Ferreira da Silva (A.-J.), 116.
Ferrière, 722.
Festing, 283.
Findlay, 971.
Ficquet, 968.
Finger, 851.
Fiquet (E.), 603.
Filhol, 120.
Fischer, 356.
Fitzgérald, 122.
Flahault, 277, 516, 631.
Flamant (A.), **831** à **837**.
Flateau, 969.
Fleming, 217, 636, 639, 926, 969.
Fletcher, 283.
Fleurent, 119, 480, 847.
Fleury (M. de), 1012.
Floresco (N.), 119, 723, 885, 1016.
Foä (E.), 353.
Fockeu (H.), 631.
Folie, 682.
Fontoynont (M.), **109** à **112**.
Föppl, 843.
Forcrand (R. de), 520, **613** à **617**, 635.
Forel, 519, 633.
Forster, 360, 970.
Fortly, 762.
Fouquet, 520.
Fournier (J.), 167, 278, 358.
Fournier (L.), 81, 685, 886.
Foveau de Courmelles, 355, 394, 520, 562, 635, 724.
Franchimont, 220, 399, 804, 972.
Francis (F.-E.), 444.
Francois-Franck, 169, 685.
Frankel, 688.
Frankland (Percy), 83, 284.
Frédéricq (L.), **867** à **878**.
Frémont, 279, 847.
French (William), 360.
Freund (Moriz), 688.
Freundler, 317, 520, 560, 607, 924.
Friedel (C.), 356, 969.
Friesendorff, 756.
Friswell, 763.
Froidevaux (H.), 165.
Frolow, 1014.
Fron, 722.
Fuchs (E.), 759.

G

G.-L. P., voir *G.-L. Pesce*.
G. R., 844.
Gaches-Sarrante (Mme le Dr), 280.
Gaillard (A.), 722, 886.
Gaillard (C.), 561, 1015.
Gain, 682.
Gal, 168.
Gallois, 606.
Galt, 1017.
Galtier-Boissière (Dr), 632.
Galton, 639.
Gardner (J.-A.), 608.
Gardner (J.-H.), 83.
Garnault, 38, 1016.
Garnett, 399.
Garnier, 358, 481, 606, 636.
Garnier, de Nancy, 281.
Garnier (J.), 604.
Garrigou (F.), 356, 968.
Garrigou-Lagrange (P.), 440.
Gassmann, 79, 684.
Gaubert (P.), 922.
Gauchas (Dr), 681.
Gaudet, 520.
Gaudry (A.), 885, 967.
Gaumont, 889.
Gautier (Armand), 119, **291** à **297**, 313, 478, 519, 520, 560, 561, 685, **977** à **981**.
Gautier (H.), 215.
Gautier (L.), 275.
Gautier (P.), 37.
Gayet (Dr), 354.
Gayon, 634.
Gayot, 394.
Geay, 316.
Gegenbauer, 123.
Gellé, 281, 886.
Gendreu Stort (A. G. H. van), 481.
Génin, 315.
Genouville, 723.
Genvresse, 481, 799.
George (Henri), 684.
Georgiewsky, 393, 480, 634.
Gérard (E.), 278, 442, 1016.
Gérard (R.), 276.
Gérard-Marchant, 605.
Gerber, 120, 519, 520, 924, 925.
Germozzi, 722.
Gernez, 278.
Ghon, 524, 608.
Giard, 80, 358, 636.
Gilbert, 80, 81, 169, 281, 358, 481, 521, 606, 636, 685, 886.
Gilles, 444, 762.
Gilles de la Tourette, 442, 1016.
Giltay, 483.
Ginestous, 37.
Ginsberg, 562.
Girard (Aimé), 119, 440, 480.
Gladstone (J. H.), 762.
Glangeaud (Ph.), 316, **902** à **914**, 934.

Glasenapp (S. de), 561.
Glénard, 441.
Gley (E.), 80, 81, 281, 478, 683, 684, 685, 723.
Glover, 723.
Glücksmann, 640, 688.
Godart, 442.
Godefroy (J.), 225, 326, 365, 528, 934.
Godin, 636.
Goldenstein (Dr), 357.
Goldschmiedt, 688.
Gonnessiat, 480.
Gossot, 520.
Gouget, 395.
Gouirand, 38.
Gould, 119.
Goulding, 444.
Gourfein, 682.
Goursat (E.), 211, 356, 561, 924.
Goutal, 635, 682, 683.
Gouvea (de), 280.
Gouy, 520.
Graby, 279.
Graelle, 851.
Gramont (A. de), 167, 682, 683.
Grancher, 925.
Grand, 395, 481.
Grand'Eury, 603.
Grandmaison (de), 848.
Granger, 78, 167, 315, 440.
Granier, 394.
Grasset, 561, 605.
Grassmann (Hermann), 629.
Gravier (Ch.), 516.
Gray (A. A.), 607.
Gray (Th.), 608.
Green (A.-G.), 83.
Gréhant, 357, 394, 396, 520, 521, 925.
Grélot, 684.
Grenet, 81, 169.
Griffiths, 604.
Griffon, 606, 848, 886, 925.
Grimbert, 968.
Groller (M. von), 851.
Gros, 355, 605, 685.
Grübenmann, 172.
Gruner, 436.
Gruvel, 216.
Guébhard, 723, 725, 967.
Guédon (Pierre), 678.
Guédon (Yves), 678.
Guéneau, 38.
Guépin, 441, 723.
Guerbet, 634.
Guerchgorine, 168.
Guérin, 684.
Guerlain, 213.
Guéroult, 1014.
Guggenheimer, 278, 634.
Guiard, 968.
Guibert (J.), 516.
Guichard (C.), 356, 519, 847, 887, 924, 1014, 1015.
Guichard (M.), 3, 126, 634, 635, 726, 856.
Guignard, 121, 280, 968.
Guillaume (Ch.-Ed.), 34, **55** à **59**, 122, 167, 170, 216, 281, 282, **381** à **383**, 393, 522, **529** à **534**, 569, 633, 643, 683, 724, 920, 933, 1010.
Guillaume (J.), 314, 633, 847, 967.
Guillemet, 516.
Guillemin, 276.
Guillemonat, 81.
Guillery, 967.
Guillon, 963.
Guinard (L.), 278, 281, 684, 723.
Guinard (U.), 357.
Guinchant (J.), 796.
Guiraut, 281.
Guldberg, 847.
Gundlag, 885.
Guntz, 78, 82, 167, 359.
Gutton, 885.
Guye (Ch.-Eug.), **102** à **109**.
Guye (Ph.-A.), 78, 167, 168, 967.
Guyon, 80, 167, 314, 395, 723.
Guyot (A.), 74, 170, 522, 683, 684.

H

Haber, 688.
Hada, 83.
Hadamard, 212, 315, 633, 682, 685.
Haddon, 604.
Haga (H.), 220.
Haga (T.), 82, 83.
Haller (A.), 82, 164, 170, 212, 217, **226** à **234**, 359, 390, 522, 683, 684, 846, 883, 1017.
Hallion, 80, 81, 1016.
Hallopeau, 37, 280, 799.
Hambly, 172.
Hamburger, 40, 399, 728, 804.
Hammerschlag, 728.
Hamy (Dr E.-T.), 601.
Hamy (Maurice), 355, 393, 600, 843, 966, 1014.
Hanes, 444.
Hanriot, 38, 82, 168, 169, 393, 395, 442, 607, 685.
Hansky, 966, 1014.
Hardivillers (d'), 1016.
Hardivillier, 684.
Harley (Vaughan), 637.
Harris Morris, 172, 283.
Harrisson, 970.
Hartley, 284, 360.
Hartmann (H.), **751** à **755**, 968.
Hartog (J. de), 1020.
Haschek, 172, 524, 688.
Hasenöhrl, 172.
Hater Price (Thomas), 284.
Haton de la Goupillière, 436.
Hatt, 603, 604.
Haug (E.), 117, **154** à **162**, 404, 477, 604, **699** à **705**.
Haure (M.), 351.
Hayem, 280, 521.
Heape (W.), 849.
Hébert (A.), 558, 561, 602, 603, **837** à **842**.
Heckel (E.), 922.
Heen (de), 279.
Heide, 1016.
Heidenhain (R.), 853.
Heim, 603.
Heine, 167.
Held, 82.
Hélier, 3, 481, 519, 520, 561, 685.
Heller, 84.
Hémardinquer, 968.
Hemmy, 360, 444.
Hemptinne (A. de), 760.
Henderson (G.-G.), 608.
Henderson (J.-B.), 170.
Hennecart, 1016.
Henrich, 284.
Henriet (H.), 515, 634.
Henry (Ch.), 216.
Henry (P.), 167.
Hermite, 279, 314, 520.
Hérouard (E.), 165.
Hervieux, 120, 281, 395, 562, 848.
Herzig, 640, 972.
Hess (Alb.), 355.
Heurteaux, de Nantes, 38.
Hewitt, 762, 971.
Heycock, 444, 564.
Hibbert, 762.
Hillmayr, 84.
Hirth (G.), 758.
Hobbs, 886, 969.
Hock, 852.
Hoffa, 395.
Hoffert, 283.
Holland (T.-H.), 83.
Holland Crompton, 608.
Hollard, 37, 604.
Hopkinson, 482.
Horstman-Fenton, 444.
Houdaille (F.), 756.
Houzel, 562.
Hubert (E. d'), 213.
Hubrecht, 40.
Huchard, 441.
Huggins (sir William), 847, 887.
Huggins (Mme), 887.
Hugh Ramage, voir *Ramage*.
Hugounenq, 77, 281, 479, 922.
Hugues, 360.
Hummel, 83.
Humphrey, 83.
Huot, 605.

I

Imbert, 521, 635, 1013.
Inwards, 171.

J

Jaccoud, 38.
Jackson (Percy G.), 360.
Jackson Pope (William), 83, 172, 284, 608.
Jacquemin, 635.
Jacquet (Lucien), 77, 169, 277, 279.
Jager, 688, 1020.
Jahnke, 847.
Janet (Ch.), 119, 316.
Janet (Dr Pierre), **22** à **27**, 517, 963.
Jannettaz, 679, 757.
Janssen (J.), 278, 966, 967, 1015.
Janssens, de Bruxelles, 357.
Japp (F. Robert), 360, 971.
Jarry, 215, 480.
Jaubert (G.-F.), 1, 75, 438, 922.
Jaubert (J.), 603, 604.
Jaumann, 640.
Javal, 481, 723.
Jay, 607.
Jean (Jules), 75.
Jenkins, 564.
Joannis (A.), 437, 558, 1014.
Jobin, 216, 725.
Jocelyn Field Thorpe, 444.
Johnstone Stoney, 283, 928.
Jolly, 847.
Joly (A.), 974, 1017.
Jonnesco, 886.
Jonquières (de), 278.
Jordan (David S.), 83, 971.
Jorissen, 40.
Josué (Otto), 80, 81, 169, 357, 358, 442, 685.
Joteyko (J.), 36.
Joubert (J.), 33.
Joubin, 168.
Jourdain, 37, 167, 1015.
Jowett, 608.
Judd (John W.), 443.
Julien (Ch.), 925.
Julius, 123.
Jumelle, 633.
Just, 688.

K

Kablukov, 561.
Kamerlingh Onnes, 220.
Kann, 524.
Kapteyn, 123, 763, 971.
Kay (Sidney A.), 444.
Kayser (E.), 166.
Keloin (lord), 1017.
Kelsch, 38, 848.
Kerner von Marilaun, 84.
Kervilly (de), 277.
Keyser, 1020.
Kilian, 315, 439, 634.
Kirmisson, 280.
Kirpal, 688.
Klein, 519.
Klemencic, 400, 928.
Klippel, 281.
Klobb, 216, 437, 607.
Klobbie, 1019.
Knopfer, 688.
Knopslich-Rowel, 851.
Knott, 481.

Knudsen, 37.
Kochs, 606.
Kochler (R.), **266** à **273**, 720.
Koenigs (G.), 629.
Kohlbrugge, 40.
Kohn (G.), 640.
Kohn (L.), 400.
Korda (D.), 395, 725.
Korteveg, 763.
Kraus, 1016.
Krauss, 561.
Kreidl, 400.
Krüger, 123.
Kudernatsch, 851.
Kuenen, 640.
Kuhn, 314.
Kums (A), 1013.
Kunckel d'Herculais, 278.
Kuntzler, 79, 216, 1014.

L

L. B., 600.
L. O., voir *L. Olivier*.
Labbé, 969.
Labbé (A.), **589** à **593**.
Labbé (L.), 441.
Labergère, 355.
Laborde (J.-Y.), 38, 169, 280, 521, 683, 846, 886, 925, 968.
Laboulbène, 395, 562.
Lacaille, 442.
Lacaze-Duthiers (de), 634, 1015.
Lacroix (A.), 279, 385, 487, 604, 683.
Lacompte (C.), 758.
Lacour (E.), 274.
Laffargue (J.), 795.
Lafont, 635.
Lagatu, 604.
Lagrula, 966.
Laisant (C.-A.), 74, 630, 962.
Lallemand (Ch.), 162, 480, 520, 603.
Lambert, de Nancy, 281.
Lampa, 84.
Lance, 394.
Lancereaux, 277, 605, 760, 848, 925, 963.
Landelle, 80.
Landolph, 635, 886.
Landouzy, 127, 521, 925, 968.
Landsiedl (Anton), 640.
Lang (V. von), 172.
Langlois (P.), 280, 477, 606, 636.
Lannelongue, 394, 441, 635.
Lannois, 441.
Lapersonne (de), 395, 481, 759.
Lapeyrère, 760, 1016.
Lapicque (L.), 518, 521, 636.
Lapparent (A. de), 80, 525, 604, 633.
Lapworth, 83, 762.
Larbalétrier (A.), 176, 558, **618** à **623**.
Lasne, 726.
Laubry, 886.
Launay (L. de), 116, 355, 356, **535** à **544**, 603, 684, 1016.
Laurence (W.-T.), 444.
Laurent (E.), 277.
Laurent (H.), 756.
Laurent (J.), 968.
Lauriol (P.), 2.
Lauth, 519.
Laval, 280.
Laveran, 120, 281, 358, 441, 521, 605, 685, 723, 799, 848, 886, 1016.
Laverde, 848.
Lavergne (Gaston), 633.
Lavergne (Gérard), 164, 475, **544** à **556**, 678, 719.
Leathem, 886.
Leau (L.), 795.
Le Bel, 722, 969.
Le Bon (G.), 393, 440, 520.
Le Cadet, 393, 847.
Lécaillon, 968.
Lecarme (J.), 278.
Lecarme (L.), 278.
Lecercle, 683, 885, 886.
Léchalas (M.-G.), **645** à **652**.
Lechappe, 79.
Le Chatelier (H.), **11** à **22**, 44, 82, 170, 216, 282, 396, 481, 519, 600, 685.
Leclerc du Sablon, 38, 635.
Leclère, 968.
Lecomte (H.), **168** à **171**.
Lecoq de Boisbaudran, 120, 561, 604.
Lecornu, 560, 682.
Le Damany, 968.
Le Dantec (F.), 634.
Le Dentu, 357, 481.
Leduc (A.), 215, 684, 722, 885, 924, 925, 966, 1014.
Leduc (S.), 724.
Lee (miss Alice), 482.
Lees, 762.
Lefas, 281.
Lefèvre, 317, 723.
Le Fort, 439.
Léger (E.), 481, 682.
Léger (L.), 441, 480, 606, 683, 684.
Léger (L.-J.), 886.
Legrain (M.), 602.
Le Hello, 441.
Lejars (Dr F.), 439, 636, 798.
Lejeune, 603.
Lelieuvre, 718.
Lemaistre, 481.
Lémal, 519.
Lémeray, 560, 847.
Lemoine, 358, 886.
Lemoine, de Lille, 481.
Lemoine (G.), 606, 847, 885.
Lemoult, 78, 119, 966, 967, 968.
Lenoble, 80.
Lenoble (E.), 312, 643.
Léonardon, 644.
Lépine (R.), 968.
Leplat, 759.
Lereboullet, 357.
Le Roux, 37, 120, 1015.
Le Roy, 78, 633, 966, 967.
Le Roy de Méricourt, 685, 760.
Le Roy des Barres, 760.
Lesage, 848.
Lescœur, 39.
Leser, 561.
Lespieau (R.), 37, 78, 515.
Létienne (Dr A.), 36, 77, 214, 313, 321, **341** à **347**, 681, 721, 798, 965, 968.
Letts, 83.
Letulle (M.), 117, 723.
Levaditi, 394, 441.
Levat, 168, 760.
Leveau, 682.
Le Verrier (U.), 212, 795.
Lévi-Civita, 281, 604.
Lévy (A.), 480.
Lévy (L.), 357.
Lheureux, 633.
Liapounoff, 78, 924, 967.
Liburnau (Lorenz von), 400, 728.
Lieben, 851.
Liechtenstein (Prince Henri de), 84.
Liétard, 521.
Ligondès (Lieutenant-colonel R.), 279, 557.
Lilienthal (R. von), 795.
Lindet, 316, 683.
Ling, 283.
Linossier, 441, 481.
Lioret, 358.
Liouville (R.), 311, 520, 920.
Lippmann (G.), 120.
Lister (sir Joseph), 928.
Littleton (F.-R.), 83.
Livache (A.), 75, 633.
Liveing, 886.
Liversidge, 360.
Liznar, 851.
Lloyd (J.), 45.
Lloyd (Lorenzo L.), 360.
Lloyd Snape (H.), 360.
Lobry de Bruyn, 124.
Lockhart Gillespie, 761.
Lodge (O.), 886.
Lœw (Oscar), 83.
Lœvy (M.), 119, 278, 279, 519, 560, 561, 604, 682, 966, 1015.
Loisel (G.), 631.
Londe (A.), 280, 561.
Longuet, 80.
Loppé (F.), 557, 963.
Lorentz (H.-A.), 39, 763, 803, 851, 971.
Lorenz (A.), 846.
Lorié, 220.
Lorrain, 281.
Louguinine, 561.
Loverdo (J. de), 922.
Lowry, 762.
Loyer, 283, 317.
Luc, 357.
Lucas, 39.
Lucas (W.), 399.
Lucas-Championnière (J.), 394, 685, 886.
Luce (S.), 966.
Ludimar Hermann, 724.
Lugeon, 120, 394.
Lukat, 718.
Lumière (A.), 604.
Lumière (L.), 604.
Lumsden, 360.
Luys, 78, 521, 723, 848.
Lyon (G.), 313.
Lyonnet, 968.

M

M. G., voir (**Guichard Marcel**).
Mac-Clelland, 800.
Mac-Connell, 444.
Mach (E.), 920.
Mach (L.), 928.
Machado (Virgilio), 1014.
Machat (J.), 290, 448, **1000** à **1005**.
Mache, 688.
Maclean (Magnus), 1017.
Madrolle (Cl.), 4.
Magalhaes (P.-S. de), 605.
Mager, 84.
Magitot, 215, 316, 357, 361, 441, 481.
Magnan, 968.
Maihat, 967.
Maillet, 278.
Mairet, 37, 80, 121.
Malaquin, 79, 119.
Malcolm-Warton, 83.
Malherbe, 357.
Mallard, 38.
Mallet, 360.
Malosse, 722, 799.
Malpeaux (L.), **425** à **435**.
Maltézos, 519, 520.
Maly, 400.
Manceau (E.), 757.
Manen, 560.
Maneuvrier, 167.
Mangenot, 357.
Mangin, 216, 519, 606, 925.
Mannaberg, 524.
Manouvriez, 357.
Maquenne, 312, 437, 515, 558, 796, 885, 1011.
Marage, 81, 394, 724.
Maragliano, 606.
Marboutin, 480.
Marcet (Dr William), **299** à **307**.
Marchal, 636.
Marchand (E.), 351.
Marchis, 315, 683, 760.
Marchoux, 684.
Marécaux, 561.
Maréchal (H.), 351.
Marey, 966.
Margaret Dougal, 83.
Margerie (Emm. de) 477.
Markoff (A.), 756.
Mariani, 80.
Mariaud, 395.
Marichelle, 968.
Marie (C.), 800.
Marie (T.), 355.
Marillier (L.), 391, 559, 602, 681, 759, 798.

BIOLOGICAL LIBRARY WOODS HOLE MASS.

Marinesco (G.), 394, **106** à **113**, 481, 685, 723.
Marotte, 355, 634.
Marqfoy (G.), 600.
Marsden, 564.
Marsh, 83, 608.
Marshall Ward, 638.
Martel (E.-A.), 79, 521, 603, 883, 886, 968, 1012.
Martin (K.), 852.
Martin (W.), 608, 971.
Martin-Dürr, 356.
Martinand, 315.
Marty, 168, 925.
Mascart (E.), 33, 520, 924.
Mascart (J.), 967, 1014.
Mason (W.-P.), 923.
Masson, 82, 167.
Mathias (E.), 311.
Mathieu (A.), 721.
Mathieu (L.), 722.
Matignon (C.), 393, 481, 518, 1015.
Matignon (J.-J.), 121, 799.
Matrot, 968.
Matruchot, 79.
Matthews, 360.
Maubrac, 88.
Maumené, 167, 317, 799.
Maupertuis, 924.
Maurange (G.), 225, 439, 759, 846.
Maurel, 81, 169, 280, 723.
Mayet, 80.
Maze, 215.
Mazelle, 851, 928.
Mégnin (P.), 121, 169, 357, 723, 968, 1016.
Mehmke, 756.
Méker, 1015.
Melikian, 78.
Melnikoff-Rasvedenkoff, 168.
Ménard (Dr), 521.
Ménard (J.), 605.
Menegaux, 167.
Mengin, 356.
Mer, 520
Mercey N. de , 79.
Mercier, 1016.
Mermet (A.), 355, 481.
Mermet (P.), 81.
Mertens, 400, 608, 972.
Méry, 281.
Merz (J.-T.), 602.
Meslin, 175.
Mesnil (F.), 80, 684, 847, 966.
Mestre, 316.
Metchnikoff, 636.
Metz (G. de), 634, 760.
Metzner, 37, 79, 604, 634.
Meunier (F.), 276.
Meunier (H.), 169, 884.
Meunier (J.), 520.
Meunier (Stanislas), 79, 80, 519, 633, 968.
Meyer (Hans), 640.
Meyer (St.), 688.
Meyer (W.-Fr.), 475.
Meyer-Wildermann, 608.
Michaëlis, 483.
Michel (A.), 37.
Michel-Lévy, 634.
Mierzejwsky (J. de), 685.
Milhaud, 602.
Millar, 172, 283.
Miller, 633.
Minet (Ad.), 678.
Minguin, 78, 82, 119, 359, 522.
Mirallié, 636.
Mirinny, 215.
Moch (Gaston), **90** à **101**.
Mohr, 972.
Moissan (H.), 283, 356, 393, **160** et **164**, 560, 600, 684, 757, 847, 924, 968, 1016.
Moitessier (J.), 560, 561, 633, 682, 886, 925.
Mojsisovics (E. von), 284.
Molinié (M.), 176, 363, 446, 516, 611, 806, 923.
Moll, 220.
Mollard, 685.
Molliard, 966.
Monfet, 684.
Mongour, 636.
Monnier, 723.
Monod (Ch.), 395, 605, 925.
Montel (Enrico de), 168.
Moore, 762.
Morat, 480, 520, 603, 635.
Moreau, 319.
Morris, 523.
Morton, 399.
Morvan, 394.
Mossé, 281.
Mosso, 281.
Motet, 38, 925.
Moty, 80, 799.
Mouchet, 121, 395.
Mouneyrat, 605, 726, 1017.
Moureaux, 119.
Mourelo (J.-R.), 518, 560, 633, 799, 966.
Moureu (Ch.), 279, 317, 634.
Mourlot, 393.
Moussard, 167.
Moussu, 168, 169.
Moutard, 355.
Moutier, 394, 684.
Mouton, 723.
Mulder, 124, 852.
Müller (F.), 524, 608.
Müller (P.-Th.), 170, 212, 217, 353, 359.
Mumby, 564.
Munier-Chalmas, 604.
Muntz, 279, 315.
Murmann, 84, 284.
Muttelet, 635, 683, 726, 799, 968.
Myers, 564.

N

Nagel, 84.
Nalepa, 524, 972.
Napias, 121, 316.
Nepveu, 561.
Nestler, 928.
Netter, 606.
Neumann (Dr C.), 33.
Neville, 444, 564.
Nichols, 522.
Nicloux, 317, 442, 726, 1015.
Nicolas (J.), 80, 169, 606, 925.
Nittis (J. de), 80, **150** à **153**, 358, 683.
Nivière, 799.
Nobécourt, 723.
Nobel (A.), 1.
Nocard, 521, 684, 685.
Norman Collie (J.), 360, 524, 672.

O

Obermayer (Colonel Alb. von), 524.
Ocagne (M. d'), 78, 115, 275, 475.
Œlsnitz, 277.
Œschner de Coninck, 167, 315, 316, 393, 520, 634, 719, 1015.
Ogilvie (Maria-M.), 317.
Olivier (L.) ou L. O., 3, 87, 222, 288, 365, 611, 632, **669**, 768, 891, **1005** à **1009**.
Ollier, 519, 521.
Oméliansky, 1015
Osmond, 519, 560.
Ostwald (F.), 636.
Ostwald (W.), 115.
O'Sullivan, 83.
Otto (Marius), 119.
Oudemans, 40, 123, 183, 728, 854.
Oudin, 78, 604.

P

P. J., 796.
P. L., 351.
Paillot (R.), 515.
Painlevé, 120, 167, 168, 511, 560, 603, 682, 1015.
Palladine, 966.
Pallet, 314.
Panas, 38, 441.
Pannekoek, 219.
Pantel, 314, 316.
Paquier, 604.
Parker, 608.
Parmentier, 281, 1016.
Pascheles, 172.
Passy (Jacques , 393.
Pasteau, 723.
Patein, 168, 1014.
Paturel, 38.
Paulesco, 605.
Péan, 121, 357, 441, 521, 605, 635, 685, 968, 1016.
Pearson (Karl), 482, 638.
Péchard, 634.
Pekelharing, 220.
Pélabon, 79, 278, 356.
Pellat (H.), 119, 216, 278, 395, 924.
Pellé, 436.
Pellet (A.), 315, 393, 561, 603, 683, 685.
Pellissier (G.), 719.
Penières, 925.
Pérachaud, 636.
Perard, 854.
Perchot, 119, 1015.
Percy Frankland voir *Frankland*.
Perdrix, 38.
Pereyaslawzewa (Mlle Sophie), 684, 722.
Pérez, 683.
Périer, 121, 395.
Périssé (Lt-col.), **491** à **496**.
Perkin (A.-G.), 83, 283, 360, 608, 971.
Perkin junior (W.-H.), 83, 444.
Permann, 82.
Pernter, 472.
Péron, 358, 969.
Pérot (A.), 167, 215, 606.
Perraud, 925.
Perrier (L.), 80, **327** à **338**, 757.
Perrigot, 440, 519.
Perrin (A.), 634, 635.
Perrin (Jean), 314, 315, 395, 962.
Perrodil (C. de), 600.
Perrotin, 278, 355.
Perry, 283, 560, 640, 928.
Pesce (G.-L.) ou G.-L. P., 224, **259** à **265**, 324, 527.
Petersen, 756.
Petit (F.), 78.
Petit (H.), 359.
Petit (L.-H.), **190** à **202**.
Petit (P.), 119, 315, 722.
Pétrovitch, 314, 519, 603.
Peyrusson (E.), **950** à **957**, **981** à **987**, **987** à **990**.
Pfaundler, 524, 688.
Pfob, 640.
Phisalix (C.), 79, 81, 442, 606, 635, 685, 723, 1015, 1016.
Phocas, 886.
Picard (E.), 37, 168, 314, 315, **339** et **340**, 514, 633, 682, 690, **957** à **961**, 1014.
Picaud, 394.
Pickering (Spencer), 608.
Pickering (J.-W.), 562, 1014.
Piéri, 79.
Pigeon (L.), 116, 437, 558, 882.
Pilliet, 169, 281, 723, 848.
Pillot, 1016.
Pinard, 120, 561, 605, 635.
Pinerua, 215, 440.
Pionchon, 633.
Pirro (G. di), 37.
Pissavy, 605.
Pitt, 762.
Place, 220.
Pöck, 608.
Poehl, 1015.
Poincaré (H.), 37, 78, 393, 561, 604, **731** à **743**, **857** à **861**, 885, 967, 1015.
Poincaré (L.), 116, 311, 352, 389, **413** à **424**, 719, 756, 921, 963.
Pokrychkine (Mlle), 636.

Polaillon, 280.
Pollak, 604, 610, 1020.
Pollock, 170.
Pomel, 79, 441, 605.
Pomeranz, 84, 688.
Pompilian (Mlle), 520.
Poncet, 38, 685, 760.
Ponsot (A.), 282, 311, 317, 560, 607, 686, 725, 800, 968, 1017.
Pouchet, 1016.
Pope (F.-G.), 971.
Pope (W.-J.), voir *Jackson Pope*.
Porak, 562.
Porcher, 723.
Portier, 79.
Pospichil, 84.
Potain, 120, 395.
Potier (A.), 316, 356.
Pouget, 604, 633.
Prehn (Dr), 276.
Prenant, 281, 632.
Prévost, 120.
Pribram, 640, 688.
Price (T.-H.), 284.
Price (W.-A.), 399.
Prillieux, 314, 521.
Privat-Deschanel, 89.
Proust (A.), 121, 721.
Prud'homme, 685.
Prümm, 756.
Prunet, 168, 848, 924, 968.
Prunier, 518, 560.
Pugnat, 925.
Puiseux, 167, 355, 519, 560.
Purdie, 83.

Q

Quain (Sir Richard), 1017.
Quénisset, 394.
Quénu, 80.
Quinton, 38, 394, 848, 969.

R

R. A., 557.
Rabaud, 685.
Rabaut, 686.
Rabl (Hans), 524.
Rabot (Ch.), 884.
Raczkowski (Siz. de), 37, 168.
Radau, 285, 3[illegible], 393.
Radiguet, 167, 282, 682.
Radzikowski (C.), 120.
Raffy (L.), 74.
Raichline, 969.
Railliet, 38, 81, 636.
Ramage (Hugh), 284, 360.
Rambaud, 79, 634, 924, 967.
Ramond, 81.
Ramsay (W.), 82, 397, 398, 801, 928.
Ranvier (L.), 37, 79, 279, 314, 1014, 1015.
Raoult, 440, 966.
Raulton (Olivier de), 966.
Ravaz, 38.
Raveau (C.), 122, 170, 216, 359, 396, 488, 607, 725, 926.
Ray (Julien), 682, 847.
Ray (P.-C.), 83.
Rayet, 119.
Rayleigh (Lord), 360.
Reclus (P.), 280, 357, 395, 441, 605.
Regaud, 81, 685.
Regnard, 215.
Regnault, 723.
Reick, 831.
Reid (Clément), 443.
Remlinger, 636, 886.
Rémy, 168, 169, 967.
Renau, 167.
Renault, 314, 561.
Renaut, 521.
Rendu, 521, 605, 635.
Rénon, 169, 281, 395, 442, 723, 848, 925.
Renou, de Saumur, 394.
Renwick, 444, 762.
Répin (Ch.), 324, 680, **705** à **717**, 1012.
Rethi, 284, 608.
Retterer, 81, 358.
Rettie, 83.
Reverdin, 120.
Révil, 480.
Revis, 172.
Reynaud, 685.
Reynier, 723.
Ribaut, 355.
Ricci, 967.
Richard (Jules), 37.
Richelot, 395.
Richer, 561.
Richet (Ch.), 119, 169, 281, 316, 356, 395, 442, 481, 634, 636.
Ricome, 1016.
Riegelmann, 885.
Rint, 524.
Riquier, 315, 1014, 1015.
Risien Russell, 523.
Rivals, 278, 440, 480, 847, 885.
Rivière (Ch.), 976.
Rivière (E.), 394.
Rivière (G.), 314.
Rivière (P.), 480.
Roberts-Austen, 83.
Robin, 169, 441, 521, 562, 723, 886.
Rocques (X.), 76, 88, 405.
Rodet, 925.
Rodger, 360.
Rodier, 966.
Roger, 636, 685, 848.
Roger (E.), 168.
Roger (G.-H.), 81, 166, 357.
Roman, 604.
Romanet, 120.
Romburgh (P. van), 399, 972.
Romme (Dr R.), **381** à **388**.
Roos (L.), 480, 963.
Rose-Innes, 82, 1019.
Rosenstiehl, 82, 283, 316, 481.
Rossard, 120, 634, 722, 885, 1014.
Rothschild (H. de), **503** à **508**, 846.
Rouché (J.), **570** à **588**, **621** à **628**, **653** à **688**.
Roule (L.), 519.
Rousseau, 81.
Roussel, 317.
Rousselet, 316.
Routier (N.), 357, 605.
Rouvier, 316.
Rouville (E. de), 79.
Roux (E.), 121, 280, 605, 636, 1016.
Roux (J.), 606, 685.
Roze (E.), 79, 168, 280, 356, 520, 605, 634, 722, 799, 925, 1015.
Roze (L.), 315.
Roze (T.), 723.
Rubens, 522.
Rudd, 171.
Ruhemann, 360, 444.
Rullières, 636.
Russel, 564.

S

Sabatier (Armand), 394, 480.
Sabatier (P.), 77, 278, 355, 603, 635, 682, 684, 726.
Sabrazès, 169, 480, 636, 886.
Sacerdote, 684, 722.
Sagnac, 170, 682, 683, 724, 1014.
Saint-Romas (J.), **379** à **381**.
Sakurai, 83.
Salmon, 169.
Salvert (F. de), 518.
Sande Bakhuysen (H.-G. van de), 39, 123, 399, 483.
Sanderval (de), 279.
Saporta (A. de), 719.
Sappin-Trouffy (M.), 601.
Sarrau, 278.
Sauvageau, 312, 602.
Schaffer, 400, 928.
Scheimpflug, 688.
Schenk (F.), 728.
Schenk (S.), 284.
Schering, 167.
Schiff, 972.
Schiffner, 1020.
Schirmer (H.), **940** à **949**.
Schlagdenhauffen, 885.
Schlemuller, 84.
Schlesinger (L.), 881.
Schlœsing fils (Th.), 215, 634, 925, 966.
Schnabel (C.), 275.
Schou, 966.
Schoute (P.-H.), 39, 40, 124, 220, 400, 484, 728, 764, 804, 852, 972, 1014, 1020.
Schreinemakers, 804.
Schrœder van der Holk, 40.
Schrotter (H. von), 84.
Schubert (H.), 389.
Schulten (A. de), 79.
Schuster, 172, 800.
Schutz, 640.
Schützenberger, 315, 525, 605, 607, 633 725.
Schwartz, 172.
Schweitzer, 967.
Schwindler (E. von), 688.
Schwob (M.), **202** à **208**.
Scott (Alexander), 444.
Searle, 640.
Sébert (général), 215.
Segond, 121.
Seguy, 394, 885.
Seidel, 400.
Sell, 971.
Senderens, 39, 355, 603.
Sentis (H.), 719.
Serbanesco, 120, 520.
Sérieux, 392.
Serrant, 314.
Serret, 723, 760, 799.
Seyewetz (A.), 921.
Shelford Bidwell, 171, 283, 397, 1018.
Shenstone, 283.
Sherrington, 726, 802, 850, 887, 927.
Sicard, 81, 281, 1016.
Siebenrock, 640.
Siertsema, 39, 124, 764.
Siethoff, 220.
Silva (Wenceslau da), 279, 317, 480.
Simart, 682.
Simon (Louis), 81, 847.
Simonin, 604, 848.
Sisley (A.), 921.
Skraup, 688.
Smith (C.), 83, 763.
Smith (E.-A.), 564.
Smits, 123.
Snape, voir *Lloyd Snape*.
Socolow (Serge), 393.
Sonnié-Moret, 77.
Sonstadt, 84.
Sorel, 394.
Souillart, 518.
Soulié, de Toulouse, 281.
Souques, 481.
Soury, 36.
Spalikowsky, 604, 1016.
Spencer Pickering, voir *Pickering*.
Spencer Wells (sir), voir *Wells*.
Sperk (E.-L.), 277.
Spiers, 928.
Spiller, 608.
Spitaler (Rudolf), 524.
Sprankling, 971.
Springer, 520, 1013.
Stahl (Herman), 557.
Stanley Kipping, 83, 84, 172, 608.
Stanton, 801.
Steenstrup, 634.
Steindachner, 608, 1020.
Steiner, 524.
Steinheil (Robert), 164.
Steinlechner, 400.
Stekloff, 78, 1015.
Stener, 728, 928.
Stern, 83.
Stevens, 524, 763.
Stodolkiewitz, 119.
Stokes (sir G.-G.), 683.

Stokla, 38.
Stokvis, 1020.
Stolz, 640.
Storch (Carl), 524.
Stouff, 967.
Strassmann, 972.
Straus, 80.
Stroud, 170, 888.
Sturm (Dr Rudolf), 678.
Suchar (P.-J.), 718.
Suchetet (A.), 796.
Sudborough, 360.
Sully Thomas, 635.
Suringar, 852.
Surion, 636.
Surmay, 723.
Swan, 848.
Swinburne, 1019.
Swinton, 686, 760.
Swyngedauw, 78, 316, 967.
Sy, 79, 634, 924, 967.
Sydney Young, 444.

T

Tacchini, 215, 722.
Tainturier (C.), 718.
Tangl, 282.
Tannery (Jules), **129** à **140**.
Tanret, 38, 82, 283, 314, 317, 725, 726, 800, 969, 1017.
Tardy, 607.
Tarnier, 968.
Tarry, 760.
Tassilly, 518, 885.
Tatin, 634.
Teguor, 519.
Teisserenc de Bort, 604.
Teissier, 278, 281.
Tempère, 279.
Termier, 216, 355.
Terre, 604.
Terson, 848.
Thévenin, 79.
Thiercelin, 80.
Thierry (E.), 81.
Thierry (Maurice de), 314.
Thiroloix, 357, 848, 925.
Tholozan, 722, 723.
Thomas (A.), 81, 925.
Thomas (G.-L.), 444.
Thomas (V.), 278, 1011.
Thomas-Mamert (A.), 437.
Thompson, 283, 398, 399, 1019.
Thomson, 171.
Thornton Calvert (H.), 970.
Thorpe, 360, 763.
Thoulet, 279.
Thraen, 851.
Threlfall, 170.
Thybaut (A.), 881.
Tiddens, 399, 727.
Tieghem (Ph. van), 355, 356, 394, 440, 480.
Tilden, 442.
Tingle, 971.
Tissot (J.), 79, 80.
Titherley, 360.
Tittel, 400.
Tixier, 283, 684.
Tollenaar, 124.
Tombeck, 480, 633.
Touche, 603.
Toulouse (E.), 636, 391.
Trasbot, 925.
Travers (Morris W.), 397, 482, 801.
Triboulet, 848, 969.
Trillat (A.), 354.
Trouessart, 81, 722, 723, 886.
Truchot (P.), **111** à **119**, 630, **743** à **754**.
Truffaut, 561.
Tschermak, 167, 172.
Tscherning, 723.
Tswett (Michel), 516.
Tuffier (Dr), 121, 605, 968.
Tuma, 640, 688.
Tumlirz, 608.
Tutton, 284, 608.
Twyman, 928.

U

Uhlig, 524.
Ulzer, 400.
Urbain (E.), 362, 720.
Urbain (G.), 81, 355.
Ursalovitch, 440.

V

Vacher, d'Orléans (Dr), 395, 605.
Vaffier, 683.
Valenza, 81, 723.
Valeur, 968.
Vallin, 280, 317, 848, 886.
Vallot (J.), 480, 600, 968, 1012.
Vallot (Mme Gabrielle), 968.
Valude, 281, 723.
Vaquez, 118, 169, 606, 969.
Varet (Raoul), 520.
Varnier, 561.
Vaschide, 80, 559, 636.
Vaschy, 37, 78, 168, 215.
Vaughan Harley, voir *Harley (Vaughan)*.
Veau, 169.
Veillon, 357.
Vénukoff, 394, 520, 603, 634.
Verbeek, 400, 484.
Verdien, 969.
Verneuil, 560, 561, 607, 1014, 1017.
Vernon Boys (C.), voir *Boys C. V.*
Vessiot, 1015.
Vèzes, 847.
Viala, 120.
Viard, 120.
Vicaire, 79.
Vieillard, 313.
Vieille, 518.
Vignon (Léo), 560, 722, 799.
Vigouroux (E.), 34.
Viguier, 847.
Villar, 280.
Villard (Paul), 352, 396, 562, 607, 683.
Villari, 316, 682.
Villavecchia (V.), 756.
Ville, 560.
Villiers, 603, 604, 685.
Vincent (Camille), 925.
Vincent (J.-H.), 320.
Violle (J.), 278, 279, 560, 924.
Virchow, 633.
Viré (Armand), 635, 886, **991** à **1000**.
Vires, 37, 80, 121.
Vivien, 480.
Voigt (Waldemar), 475.
Vordermann, 764.
Vosmaer, 1020.
Voulet (Lieutenant), **893** à **901**.
Vries (G. de), 399.
Vries (J. de), 39, 123.
Vuillemin, 441.

W

Waals (J.-D. van der), 39, 216, 399, 727, 851.
Wade, 726.
Wælsch, 400, 847.
Wagner, 400.
Walker (James), 172, 360, 444.
Walker (G.-T.), 726.
Wallerant, 215.
Wannebroucq, 280.
Ward, voir *Marshall Ward (H.)*.
Waters, 928.
Watson, 523, 1019.
Watteville (Ch. de), 279.
Weber, 121.
Weber (E. von), 560.
Wegscheider, 284, 524, 640, 688, 851.
Wehlin, 636.
Weichselbaum, 40.
Weidel, 640.
Weierstrass, 173, 314.
Weinek, 40, 524.
Weisberg, 39.
Weiss (G.), 42, 442, 481, 517, 560, 724, 968.
Weiss (P.), 352.
Wellisch (S.), 1020.
Wells (sir Spencer), 280.
Welsch, 924.
Wenzel, 851.
Whitehead, 639.
Widal, 44, 81, 169, 281, 723, 1016.
Wiesner, 284.
Wijhe (J.-W. van), 124.
Wilde, 634.
Wilde (A.), 288.
Wilde (H.), 393, 726, 924, 925.
Wilderman, voir *Meyer-Wilderman*.
Willey, 761.
Williams (miss Katharine), 524.
Williams (P.), 924.
Wilson (C.-T.-R.), 800.
Wilson (E.), 482.
Wilson (W.-E.), 122.
Wilson Hake (H.), 763.
Wind, 84, 728, 803.
Winter (J.), 78, 393, 726, 799.
Witz (Aimé), **149** à **160**, 630.
Wolf, 79.
Wolff (C.), 682.
Woltering, 220.
Wulf, 688.
Wyndham R. Dunstan, 444.
Wynne, 763.
Wyrouboff, 560, 561, 607, 1014, 1017.
Wyssokowitz, 636.

X

X... (Colonel), 113, 210, 880.
XXX... (Colonel), **789** à **794**.

Y

Y... Y... (Lieutenant-colonel), 354.
Yersin, 121.
Young, 172, 360, 762.
Yvon, 636, 969, 1016.

Z

Zabolotny, 636.
Zanietowski, 400.
Zaremba, 316, 480.
Zeeman (P.), 39, **298**, 604, 764, 803, 972.
Zehenter, 284.
Zeiller (R.), **5** à **11**, 314.
Zenger, 722.
Zeuthen, 924, 967.
Zindler, 608.
Zintgraff, 974.
Zograf (Nicolas de), 167, 168.
Zuber, 357.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES ARTICLES ORIGINAUX, LES ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES & INDUSTRIELLES LA BIBLIOGRAPHIE, LA CHRONIQUE & LA CORRESPONDANCE[1]

A

Abel'schen Functionen. — Theorie der — 557
Absorption de la Lumière. — L — dans les corps fluorescents 932
Acarocécidies. — Recherches anatomiques sur les Galles. Etude de quelques diptérocécidies et — . 631
Accumulateurs. — Les nouveaux — Tudor. 224
— Les — électriques 963
Acétylène. — Production industrielle et utilisation pratique de l'—. **367**
— Application de l'— à l'Analyse chimique. . . . 403
— Le Carbure de calcium et l'—. Les Fours électriques 600
— L'Éclairage à l'—. 719
Acier. — Les Théories de la trempe de l'— **11**
Aciers au nickel. — Recherches nouvelles sur les —. 787
Adduction des Eaux. — L'— du Loing et du Lunain à Paris 806
Agronomie — Revue annuelle d'—. **65**
Aimantation. — Recherches sur l'— de la magnétite cristallisée et de quelques alliages de Fer et d'Antimoine 352
Aldéhyde formique. — Sur la Préparation industrielle de l'— 805
Aluminium. — L'utilisation de l'— 766
Amino-acides. — Sur quelques — non saturés 437
Ammoniaque. — La Fabrication de l'— **141**
— L'—, ses nouveaux procédés de fabrication et ses applications. 630
— L'Industrie de l'— caustique, de l'— liquéfiée et des Sels ammoniacaux **743**
Ampharétiens. — Recherches sur les — 963
Analyse. — Leçons sur les Applications géométriques de l'—(Éléments de la théorie des Courbes et des Surfaces) 74
— Traité d'—, t. III 544
— Les Rapports de l'— et de la Physique mathématique **857**
Analyse chimique médicale. — Éléments d'— appliquée aux recherches cliniques 77
Anatomie. — Revue annuelle d'— **669**
Anatomie pathologique. Cœur. Vaisseaux. Poumons. 117
Année psychologique. — L'— 558
Anthérozoïdes. — Découverte d'— chez les Gymnospermes 325
Anti-alcoolisme. — L'Enseignement de l'—. Hygiène. Législation française et étrangère 632
Appareil bronchio-pulmonaire. — Du rôle du Système nerveux dans l'infection de l'— 887
Applications de l'Électricité. — Les — à l'Artillerie. **511**
Applications de l'Électrolyse. — Les — à la Métallurgie. 795
Argentaurum. — L'— 488
Artillerie et Budget **90**
— Les Applications de l'Électricité à l'—. **544**
— La Question actuelle de l'— de campagne. . . . **789**
Astronomie. — Revue annuelle d'— **508**
— Cours d'—, t. II. Astronomie sphérique. Mouvements dans le système solaire. Éléments géographiques. Éclipses. Astronomie moderne 599
Attraction newtonienne. — Sur la nature de l'—. La loi de Newton considérée comme une nécessité logique **379**
— Sur la nature de l'—. La loi de Newton considérée comme un résultat d'expérience **381**
Audition. — Le minimum perceptible de l'—. 569
Aurores polaires. — Les —. 844
Automobiles. — Les — électriques. 492
Automobiles. — Les —. 775
Automobilisme. 854
Avancement des sciences. — Association française pour l'— (Congrès de Saint-Etienne). 595
— Association française pour l'— (Congrès de Saint-Etienne) 691

B

Bacille de la Peste. — Morphologie et Culture du — 127
Bactériologie. — Précis de — pratique 923
Balistik. — Compendium der theoretischen ausseren. 1010
Ballons-sondes. — L'Inscription photographique des Altitudes dans les ascensions des —. 889
Bananier. — La Culture du — et le Commerce des Bananes **837**
Bibliographies géologiques. — Catalogue des — . . . 777
Biologie végétale. — Atlas de —, 1er fascicule. . . . 516
Bioxyde de baryum. — Le Raffinage en sucrerie et la Fabrication du —. **694**
Botanique. — La — à Lyon avant la Révolution . . . 276
British Association. — La — au Canada 489

C

Cable. — Projet de — pour l'Islande. 768
— Un — anglais à travers le Pacifique 365
Cables sous-marins. — Nouvel appareil enregistreur pour —. 610
Cacaoyer. — La Culture du — dans les colonies françaises **168**
Calcul mécanique. — Appareils et Machines pour le — appliqué à toutes les opérations arithmétiques. . 115
Cannizzaro. — Le Jubilé de M. —. 1
Cap. — Du — au lac Nyassa 335
Capsules surrénales. — Sur les Fonctions des — . . . 777
Carbure de calcium. — Le — et l'Acétylène. Les Fours électriques 600
Carbures métalliques. — Le Rôle des — dans la nature 3
Cartes géologiques. — Les nouvelles — 403
Cataractes du Nil. — L'utilisation des — comme force motrice. 326
Caudan. — Les Résultats scientifiques de la campagne du — dans le golfe de Gascogne 720
Cavernes anglaises. — Irlande et — 1012
Cellule nerveuse. — L'Histopathologie de la— . . . **106**
Cercle Saint-Simon 856
Céréales. — Concours sur les Variétés de nos — . . 490
Chaleur et Energie 1010
Champignon de couche. — La Culture du — **705**
Chauffage électrique. — Nouveaux Appareils de — . 175
Cheikh-Saïd. — La France dans le détroit de Bab-el-Mandeb. 289
— La Question de. 404
Child. — Mental developpement in the — and the Race. Methods and Processes 680
Chimica minéral. — Tratado de Chimica elementar. t. I. — 116
Chimie. — Cours élémentaire de — 457
— Cours élémentaire de —(suite). 558
Chimie appliquée. — L'enseignement pratique de la — de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. 568
Chimie biologique. — Leçons de — normale et pathologique 478
— Le rôle de la — en médecine **977**
Chimie expérimentale. — Sur la fin prochaine de la —. 3
Chimie minérale. — Traité élémentaire de Chimie : I. —. II. Chimie organique 212

1. Les **chiffres gras** renvoient aux articles originaux.

Chimie organique. — Traité élémentaire de Chimie : I. Chimie minérale. II. — 212
— Cours de —. Supplément, 1er fascicule. 719
— Traité de — d'après les théories modernes. II. . 845
Chimie physiologique. — Éléments de — 922
Chimie pure. — Revue annuelle de — **593**
Chirurgie. — Œuvres de Léon Le Fort. III. — 439
— Revue annuelle de — **751**
Choléra des poules. — Nouvel emploi du — pour détruire les lapins en Australie 365
Cinématique. — Leçons de — : Cinématique théorique. 629
Cinquantenaire. — Le — académique de M. Faye . . . 41
— Le — de H.-C. Sorby. 321
Circulation capillaire. — Sur la — et les phénomènes vaso-moteurs **60**
Clinique thérapeutique. — Traité élémentaire de —. 313
Cliniques chirurgicales de l'Hôtel-Dieu 759
Coefficients d'ordre élevé. — Sur la valeur approchée des — dans les développements en série. 843
Collège de France. — Cours du —. 892
Complexes du second degré. — Traité synthétique des figures du premier et du second degré dans la Géométrie linéaire. III. Les — (en allemand). . . 678
Complication organique. — Le mécanisme de la — chez les animaux. **327**
Composés propargyliques. — Recherches sur les Epidibromhydrines et les — 515
Concilium bibliographicum. — L'Index à fiches du —. 855
Conducteur d'automobiles. — Manuel pratique du —. 678
Congélation des solutions aqueuses. — Recherches sur la — étendues 341
Congrès médical. — Le — de Moscou 732
Conservation des denrées et produits agricoles. — Procédés de — 602
Conserves de viande. — Les — destinées aux administrations de la Guerre et de la Marine 404
Construction de machines. — Le Vignole des mécaniciens. Étude sur la —, 3e édition, 1er fascicule. . 351
Consultations industrielles. — Comité de —. 125, 289, 488, 805
Corps fluorescents. — L'absorption de la lumière dans les — 932
Corps phosphorescents. — La Constitution des — . . 611
Corps pulvérulents. — Nouveau procédé de détermination de la densité des —. (Méthode du flacon). 642
Cours de la Loire. — La réfection du —. 445
Criminalité. — Les théories de la —. 517
Cristalografia optica. — Introduccion al estudio de la — 631
Cuisson des viandes. — La — 766
Cultures coloniales. — Les — à la Réunion. 767
Curvenscharen. — Grundlagen einer Krümmungslehre der — 795

D

Dahomey. — La Jonction du Soudan et du — (1896-97). **893**
Découvertes de M. Ameghino. — Les dernières — . . 933
Déformation du paraboloïde. — Sur la — et sur quelques problèmes qui s'y rattachent. 881
Démographie. — Congrès international d'Hygiène et de — de Madrid en 1898 366
Dérivés méthéniques et méthiniques. — Étude sur la fonction acide dans les —. 796
Dermatologie. — Précis élémentaire de —. t. V. Dermatoses d'origine nerveuse. Formulaire. 77
Désinfection des locaux. — La — 364
Diamants. — Les — du Cap. **535**
Differential-Geometrie. — Vorlesungen über — . . . 718
Differential gleichungen. — Handbuch der linearen —. 2e vol., 1er fasc 881
Differenzenrechnung. 756
Dinosauriens. — Les — 462
Diphénylanthrone. — Étude de quelques homologues de la —. 74
Diptérocécidies. — Recherches anatomiques sur les Galles. Étude de quelques — et Acarocécidies . . 631
Dissolution. — Recherches sur la —. 600
Distillation des bois. — La —. 76
Distributions d'eau. — Les — au point de vue sanitaire (en anglais) 923
Division décimale. — La — du temps et de la circonférence. 309
Donations aux universités 366, 490
Dosage de l'azote. — Le — dans les terres et les engrais ; simplification de la méthode de Kjeldahl. 175
Dotations scientifiques. 224, 288

E

Ecole polytechnique fédérale de Zurich. — L'— . . . **102**
Elections à l'Académie des Sciences de Paris (MM. Filhol et Sebert). 83
— à la Société Royale de Londres (MM. G. Lippmann, A. Heim, Mittag-Lœffler et Schiaparelli) 85
— à l'Académie des Sciences de Berlin (MM. Rayleigh et Ramsay) 85
— à l'Académie des Sciences de Paris (M. Violle). . 125
— à la Société Royale de Londres (MM. Williard Gibbs et Wislicenus) 125
— à l'Académie des Sciences de Berlin (M. Darboux). 125
— à l'Académie des Sciences de Paris (M. G. Bonnier) 173
— à la Société Royale d'Edimbourg (M. Amagat) . . 221
— à l'Académie des Sciences de Paris (M. Radau). . 285
— à l'Académie des Sciences de Turin et à l'Académie des Sciences de l'Institut de Bologne (M. Em. Picard) 285
— d'un savant français à la Société des Sciences de Haarlem (M. Moissan). 402
— à la Société hollandaise des Sciences de Haarlem (M. E.-H. Amagat). 445
— à l'Académie des Sciences de Paris (MM. Hatt et de Lapparent). 525
— à l'Académie des Sciences de Paris (succession de M. Schutzenberger) 889
— à l'Académie des Sciences (M. Ditte) 932
Electricité. — Leçons sur l'— et le Magnétisme. I. Phénomènes généraux et théorie 33
— Exposition internationale d'— à Turin en 1898. . 223
Electricité atmosphérique. — Origine, variations et perturbations de l'— 641
Electrodialyse. — L'— des jus sucrés 361
Electrometallurgie. — Voie humide et voie sèche. Phénomènes électro-thermiques 678
Electromoteurs. — Les — et leurs applications . . . 795
Electrothérapie. — Précis d'— 517
Elektrochimie. — Ihre Geschichte und Lehre 115
Elektrometallurgie. — Die Gewinnung der Metalle unter Vermittlung des electrischen Stromes . . . 212
Eléphant. — Peut-on domestiquer l'— d'Afrique ? . . 526
Energétique. — Le Discours de M. Meslin sur l'— à la rentrée solennelle des Facultés à Montpellier . 326
Energie. — Chaleur et — 1010
Enseignement chimique. — L'— et les Universités . . . **226**
Epidibromhydrines. — Recherches sur les — et les Composés propargyliques 515
Equations algébriques. — Théorie des —. 756
Equations aux dérivées partielles. — Leçons sur l'intégration des — du second ordre à deux variables indépendantes. I. Problème de Cauchy ; caractéristiques ; intégrales intermédiaires. 211
— Sur les systèmes d'— dont les caractéristiques dépendent d'un nombre fini de paramètres 389
Equations fonctionnelles. — Etude sur les — d'une ou plusieurs variables. 795
Equivalents. — Loi des — et théorie nouvelle de la Chimie 600
Ergotisme. — L'— 36
Etablissements Armstrong. — Les —, leur origine, leur situation actuelle. 209
Ether cyanacétique. — Nouvelles synthèses au moyen de l'— 437
Etudes coloniales mises au concours 405
— La méthode dans les —. Leçon d'ouverture du Cours de colonisation comparée à l'Ecole des Sciences politiques **912**
Etudes historiques et géographiques. 601
Etudiants étrangers. — La Question des — à la Faculté de médecine de Paris. 768
European Thought. — A History of the — in the nineteenth century (1er vol.). 602
Eurotiopsis Gayoni. — Recherches physiologiques sur une moisissure nouvelle, l'— 846
Existence de l'homme. — L'— à l'époque glaciaire en Amérique. 224
Expédition polaire du Dr Fridtjof Nansen. **259**
Expériences de M. P. Zeemann. — Lettre à propos des — 975
Exploitation des mines. — Cours d'—, t. I 436
Exposition internationale de Bruxelles. — La Section des Sciences à l'— en 1897 128
Exposition nationale suisse de Genève. — L'Electricité à l'— 28

F

Faune marine. — Exploration de la — de la côte sud-africaine 224
Faune souterraine. — La —. **991**
Faye. — Le Cinquantenaire académique de M. — . . 41
Femme aux colonies. — La —. 128
Fermentation alcoolique par action diastasique. . . . 324
Fermentations en tannerie. — Les — (en allemand . . 1012
Fers et Aciers. — Relations entre les propriétés mécaniques des — et leur composition chimique. . 348
Fiacres électriques. — Les — à Paris 32
— Les — à Londres 690
Fièvre typhoïde. — Du séro-diagnostic de la — et du procédé de M. Widal 44
Fils fins. — Sur la Torsion des —. 921
Fluor. — La liquéfaction du —. **160**
Fluorescence. — La Phosphorescence et la — en photographie 308
Fonctions elliptiques. — Principes de la théorie des — et Applications. 274
Formaldéhyde. — La — et ses Applications à la désinfection des locaux contaminés. 334
Four électrique. — Le —. 757
Fours électriques. — Le Carbure de calcium et l'Acétylène. Les —. 600
Frein électro-pneumatique. — Le — de M. Chapsal. . 42

G

Gadoues. — Emploi des — à la production de l'électricité. 527
Galets. — La Fabrication des — en papier. 765
Galles. — Recherches anatomiques sur les —. Étude de quelques Diptérocécidies et Acarocécidies. . . 631
Gaz de l'atmosphère. — Les —. 515
Gaz faradisés. — Sur quelques Propriétés des — . . 361
Gaz liquéfiés. — Étude expérimentale des Hydrates de gaz. Étude des —. 352
Géologie. — Revue annuelle de —. **154**
— Congrès international de — de Saint-Pétersbourg. 369
Géométrie. — Die Grungebilde der ebenen —. 1er vol. 436
Giroflier. — La Culture du — dans les Colonies françaises. 732
Glaciers. — Les Variations de longueur des — dans les régions arctiques et boréales (1re partie). . . 883
Graines. — Recherches sur l'Absorption et le Rejet de l'eau par les —. 312
Grande Encyclopédie. — La —. Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts. 561e livraison . 439
564e et 565e livraisons. 632
Gravitation. — La Constante de la —. **46**
Guide sanitaire à l'usage des officiers de l'armée coloniale 354

H

Haï-nan et les Influences étrangères. 3
Hanche. — Pathologie et traitement de la luxation congénitale de la —. 846
Heliopora Coerulea Pallas. — On the structure and affinities of —, with some observations on the structure of Xenia and Heteroxenia. 35
Herbier Lloyd. — L'—. 45
Hétéromorphose. — L'— en Zoologie. **589**
Histologie. — Précis d'—. 312
Homère. — Les Choses naturelles dans —. 1013
Huiles siccatives. — Vernis et —. 75
Hybrides. — Des — à l'état sauvage : Règne animal. I. Classe des Oiseaux. 796
Hydrates de gaz. — Étude expérimentale des —. Étude des Gaz liquéfiés. 352
Hygiène et Thérapeutique thermales. 166
— Congrès international d — et de Démographie de Madrid en 1898. 366
Hygiène infantile. — Deux ans de fonctionnement d'une Crèche. Étude d'—. 681
Hyperphosphorescence. 361

I

Imagination. — Mémoire et —. Peintres, Musiciens, Poètes et Orateurs. 390
Impression. — Création à Rouen d'un laboratoire de Chimie pour l'Enseignement de la Teinturerie et de l'—. 362
Industrie chimique. — L'—. L'Enseignement chimique et les Universités. **226**
Industrie vinicole. — L'— méridionale. 963
Infini mathématique. — De l'—. **129**
Instinct sexuel. — Des anomalies de l'— et en particulier de l'inversion du sens génital. 602
Institut de technologie. — L'— de l'État de Massachusetts à Boston **831**
Instituts scientifiques. — Les — et les nouvelles Universités **613**
Invariants projectifs. — Sur les progrès de la Théorie des —. 475
Inversion. — Sur le Problème général de l'— et sur une Classe de fonctions qui se ramènent à des fonctions à multiplicateurs 718
Inversion du sens génital. — Des Anomalies de l'instinct sexuel et, en particulier, de l'—. 602
Irlande et Cavernes anglaises. 1012
Ivoire. — Trafic et Industrie de l'—. **809**

J

Jungerau. — Le Chemin de fer électrique de la —. . . 729
Jus sucrés. — L'Électrodialyse des —. 361
— Sur les procédés de Raffinage et d'Épuration des — 766

K

Kabylie. — La — et le Peuple kabyle. 225

L

Laboratoire international. — Création d'un — pour l'analyse des Fers et des Aciers. 527
Laboratoria chimico centrale delle gabelle (vol. III). 756
Lac nyassa. — Du Cap au —. 353
Lait. — La question du — à Paris. 176
— Quelques observations sur l'alimentation des nouveau-nés et de l'emploi raisonné du — stérilisé. 846
Laits dits maternisés. — Les —. Leur fabrication et leur emploi dans l'allaitement mixte et artificiel. **503**
Lapins en Australie. — Nouvel emploi du Choléra des poules pour détruire les —. 365
Lepidopteren. — Abstammung, Alter und Entwickelung der —. 276
Levures. — Les —. Caractères morphologiques et physiologiques. Applications des — sélectionnées. . 166
Lipase. — Nouveau ferment du sang. La —. 126
— La — végétale 175
Liquides saturés. — Sur l'étude calorimétrique complète des —. 311
Localisations cérébrales. — Les — en psychologie. . 758
Logarithmes. — Table de — à 5 décimales (en allemand) 389
Loi de Newton. — Remarques sur la —. **55**
— Sur la —. 174
— Sur la nature de l'attraction newtonienne. La — considérée comme une nécessité logique. **379**
— Sur la nature de l'attraction newtonienne. La — considérée comme un résultat d'expérience. . . . **381**
Lucium. — Un prétendu « nouvel élément » : le —. . 126

M

Madagascar. — Un explorateur inconnu de — au XVIIe siècle : François Martin 165
— Deux nouvelles écoles à —. 366
— Le Bulletin du comité de —. 643
Magnétisme. — Leçons sur l'Électricité et le —. I. Phénomènes généraux et théorie 33
Mal de Pott. — Traitement opératoire de la gibbosité du —. 43
Maladies de l'Enfance. — Traité des — 77
— Thérapeutique et prophylaxie des —. Formulaire. 77
Manifestations de la Vie. — Les — dérivent-elles toutes des forces matérielles? **291**
Manioc. — La culture du — dans le Bassin méditerranéen 976

MANIPULATIONS DE PHYSIQUE. — Traité de —. 551
— Cours supérieur de —. 630
MÉCANIQUE. — Revue de — 221
MARINE ALLEMANDE. — Les navires de guerre de la —. 222
MARINE ENGINEERS. — Congrès international des « Naval architects and — » 609
MARINS PÊCHEURS. — L'enseignement professionnel des — 853
MATHÉMATICIENS. — Congrès international des —. Première session : Zurich, août 1897 . . . . . **783**
MATIÈRES COLORANTES ARTIFICIELLES. — Chimie des — (3e, 3e, 4e, 5e fascicules 921
MÉCANIQUE. — Les idées de Hertz sur la —. **734**
MÉCANIQUE CHIMIQUE. — Traité élémentaire de — fondée sur la Thermodynamique, t. I. 310
MÉCANIQUE PHYSIQUE. — Leçons de —. 920
MECHANIK. — Die — in ihrer Entwickelung, historisch-kritisch dargestellt 920
MÉDAILLE BESSEMER. — La — (sir F.-A. Abel). 221
MÉDAILLE D'OR. — La — de la Société industrielle du Nord de la France (M. Moissan). 85
— de la Société astronomique de Londres (M. Barnard). 221
— de la Société de géographie de Saint-Pétersbourg (M. Moureaux) 221
— de la Société géologique de Londres (miss Ogilvie). 321
MÉDECINE. — Revue annuelle de —. **341**
— Congrès international de — de Moscou en 1897. . 366
MÉDECINE DE L'ESPRIT. — Introduction à la —. 1012
MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — Création d'un laboratoire de — au Collège de France 611
MÉLANCOLIE. — Les états intellectuels dans la —. . . 559
MÉMOIRE et Imagination. — Peintres, Musiciens, Poètes et Orateurs 390
MÉTALLURGIE. — Traité théorique et pratique de —. Cuivre, Plomb, Argent, Or (traduit de l'allemand). 275
— Les applications de l'Électrolyse à la —. 795
MÉTHODE SCIENTIFIQUE. — La — en commerce et en industrie. **202**
MICROPHONOGRAPHE. — Le — et ses applications à l'éducation des sourds-muets, à la Téléphonie et à la Cinématographie **1005**
MICROSCOPE. — Un nouveau — pour l'étude des corps opaques. 43
— Ce qu'on peut voir avec un petit — 1011
MINÉRALOGIE. 922
MINES D'OR. — Les — du Transvaal. 116
MISSION CHAFFANJON. — La traversée de l'Asie septentrionale par la —. 128
MISSION HOURST. — La descente du Niger par la —. . 88
MISSION LYONNAISE. — Les résultats de la — en Chine. **1000**
MOTEURS A GAZ ET A PÉTROLE. — L'état actuel et les besoins de l'Industrie des — en France **449**
MOULAGES D'ACIER. — La Coulée centrifuge appliquée au durcissement de la surface des —. 974
MOUVEMENT COLONIAL. — Le — en Allemagne. 489
— Le — en France. 527
MUSCLE. — La Fatigue et la respiration élémentaire du — 36
MUSÉE COLONIAL. — Le — de Marseille **861**
MUSÉUM. — Cours du — d'Histoire naturelle en 1797-98. 808

N

NAVIGATION. — La — de la Loire. 222
— La — de la Garonne et du Rhône. Comparaison de ces fleuves avec la Loire. **645**
NÉVROPATHIE. — Enquête médico-psychologique sur les rapports de la supériorité intellectuelle avec la — I. Emile Zola. 391
NEWTON'SCHE PRINCIP. — Allgemeine untersuchungen über das — der Fernwirkungen mit besonderer Rücksicht auf die electrischen Wirkungen. . . . 33
NÉCROLOGIE. — Alfred Nobel. 1
— Emile du Bois-Reymond. 41
— George Ville 125
— Karl Weierstrass 173
— Charles Contejean. 174
— Galileo Ferraris. 174
— Franz Baur, Henri Gatke, E. A. B. Lundgren, Hermann von Nördlinger, A. A. von Bemmelen, Auguste Streng, Salvatore Trinchese, Sylvester, Antoine d'Abbadie. 221
— Antoine d'Abbadie. 285
— Morvan 321
— Discours sur Pasteur à la Société chimique de Londres. 361
NÉCROLOGIE. — Dr Magitot, Léon de Pasquier, Descloizeaux. 361
— Descloizeaux 486
— P. Schutzenberger. 525
— K. R. Fresenius. 526
— James Joseph Sylvester 689
— Rudolf Heidenhain 853
— Edm. Drechsel, Ernest Scheering. 889
E. S. Tarnier 932
— A. Joly 974
Cornevin 974
— L'explorateur Zintgraff. 974
NIVELLEMENT GÉOMÉTRIQUE. — Note sur l'erreur de réfraction dans le — 162
NIVELLEMENTS DE PRÉCISION. — Notes sur le rôle des erreurs systématiques dans les — et sur le degré de stabilité des piquets. 162
NOUVEL ÉLÉMENT. — Le — annoncé par M. G.-G. Boucher 855
NOUVELLES UNIVERSITÉS. — Les Instituts scientifiques et les — **613**

O

OBÈSE. — L'Hygiène de l' —. 721
OBSERVATOIRE MÉTÉOROLOGIQUE DU MONT-BLANC. — Annales de l'—. 600
OBUS PERFORANTS. — Les — **491**
ŒUVRE MATHÉMATIQUE DE E. GALOIS. — L' — à l'occasion de la réédition de ses Mémoires **339**
ŒUVRES DE GRASSMANN. — Gesammelte mathematische und physikalische Werke, 1er vol., 2e partie, Die Ausdehnungslehre von 1862. 629
ŒUVRES COMPLÈTES DE SPERK. — Syphilis, Prostitution. Etudes médicales diverses (traduit du russe). . . 277
ONDES SONORES. — Expériences de lord Rayleigh sur les —. 445
OPHTALMOLOGIE. — Manuel d'—. 759
OPTIQUE. — L' — et la théorie des ions. **298**
ORDURES. — Le traitement des — dans les grandes villes 446

P

PAIN. — Le — et la Panification. 679
PARFUMERIE. — Industrie de la — en France :
1re Partie. Extraction des produits naturels **570**
2e Partie. Fabrication des essences artificielles. . . **624**
3e Partie. Préparation et écoulement des produits de consommation. **653**
— Remarques sur le rôle de la Chimie en — **669**
PARFUMS. — La science dans l'industrie des — en Allemagne 86
PASTEUR. — Histoire d'un esprit. 76
PATHOGÉNIE. — Leçon de — appliquée (clinique médicale) 214
PATHOLOGIE CELLULAIRE. — Le renouveau de la — . . **150**
PAVAGE EN BOIS. — Le — 1
PÊCHES. — L'Exposition internationale des — à Bergen en 1898. 767
PERCARBONATES. — Une nouvelle classe de substances oxydantes : les —. 690
PESTE. — La lutte actuelle contre la —. 109
PHÉNOMÈNES VASO-MOTEURS. — Sur la circulation capillaire et les — **60**
PHOSPHATES. — Les — d'Algérie **769**
PHOSPHORESCENCE. — La — et la Fluorescence en Photographie. 308
PHOSPHORISME. — Le — 856
PHYLLODOCIENS. — Recherches sur les —. 516
PHYLLOXERA. — La reprise d'un projet de Pasteur pour détruire le —. 890
PHYSIOLOGIE. — Revue annuelle de — **867**
PHYSIOLOGIE CELLULAIRE. — Etude de —. 516
PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — Planches de —. 277
PHYSIQUE. — Revue annuelle de — **113**
— Cours de — 1011
PHYSIQUE ET DE CHIMIE. — Revue de — 224
PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — Les rapports de l'Analyse et de la — **857**
PIGMENTATION. — Recherches sur la Mécanique de la —. 438
PILES ÉLECTRIQUES — Les — 757

PLANTES MÉDICINALES ET TONIQUES. — Les — de la Guyane Française. 922
PLANTES OLÉAGINEUSES HERBACÉES. — La culture des — — en France **425**
POINTS DE WEIERSTRASS. — Recherches sur les — d'une courbe plane algébrique. 351
POISONS. — Une nouvelle théorie de l'action des substances Antiseptiques et des —. 806
PÔLE SUD. — Expéditions au — 691
PÔLES DES FONCTIONS UNIFORMES. — Sur les — à deux variables indépendantes. 843
POMPES CENTRIFUGES. — Nouvelle théorie des —. Étude théorique et pratique 351
PORC. — L'Élevage du — en France **618**
PORCELAINE. — L'état actuel et les besoins de l'industrie de la — dure en France :
1re partie : Fabrication des objets à cuire **950**
2e partie : Cuisson et décoration **981**
3e partie : Conditions scientifiques, économiques et sociales de la production **987**
PORT DE MARSEILLE. — Les travaux du —. 805
PORT DE SFAX. — Le — 325
POTASSIUM. — Nouvel appareil pour la diagnose rapide du —. 403
POUVOIR ROTATOIRE. — Recherches sur l'absorption et la dispersion de la Lumière par les milieux doués du —. 389
PRÉALPES. — Le Problème des — **699**
PROCÉDÉS DE DOSAGE. — Recueil de procédés de dosage pour l'Analyse des combustibles, des minerais de fer, des fontes, des aciers et des fers 390
PROPYLAMINES NORMALES. — Contribution à l'Étude des — et de leurs dérivées 558
PROVINCES BOTANIQUES. — Les — de la fin des temps primaires. **5**
PSYCHOLOGIE. — Le troisième Congrès international de — **22**
— Éléments de — humaine. 797

R

RACE. — Mental Developpement in the Child and the —. Methods and Processes 680
RADIATIONS ÉLECTRIQUES. — La transmission des signaux à travers l'espace par les —. 567
RADIOGRAPHIE. — Nouvelle application de la — à la médecine 404
RAFFINAGE EN SUCRERIE. — Le — et la fabrication du Bioxyde de baryum **694**
RAIES SPECTRALES. — Les variations de période des —. **935**
RAYONS CATHODIQUES et Rayons de Röntgen. 962
RAYONS DE RÖNTGEN. — Application thérapeutique des — 88
— Rayons cathodiques et — 962
RAYONS X. — Technique médicale des —. 118
— Les — et la Dissociation. **529**
— Les Actions physiologiques attribuées aux — leur sont-elles dues?. 891
RECHERCHES SCIENTIFIQUES mises au concours par l'Académie Royale de Belgique. 366
REPRODUCTION DES COULEURS. — La — par la superposition des trois couleurs simples. 164
RÉSIDUS INDUSTRIELS. — Les — employés comme engrais. I. Industries minérales et animales. II. Industries végétales. 558
RESPIRATION HUMAINE. — Les différentes formes de la — **299**

S

SAC EMBRYONNAIRE. — Recherches sur le — des plantes grasses. 213
SANG. — Le lavage du — 798
— La Chaleur spécifique du — humain. 892
SCIENCE et Sophisme en Chimie 288
SCOMBÉROÏDE FOSSILE. — Découverte d'un — 404
SELS MÉTALLIQUES. — Contribution à l'étude de quelques — halogénés. 1011
SÉRUMS SANGUINS. — Des applications des — au traitement des maladies 166
SIAM. — Au — 365
SILICIUM. — Le — et les siliciures métalliques 34
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE. — L'Exposition de la — 487
SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE. — Concours ouvert par la — 644
SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES. — La séance anniversaire de la — 973
SOLUTION SOLIDE. — La notion de — 643
SOPHISME. — Science et — en Chimie 288
SOUDAN. — La jonction du — et du Dahomey (1896-1897). **893**
— La pénétration commerciale au — central. . . . **910**
SUBSTANCES ANTISEPTIQUES. — Une nouvelle théorie de l'action des — et des poisons. 806
SUC PULMONAIRE. — Le — 224
SUCS PLASMATIQUES DE BUCHNER. — La nouvelle tuberculine de Koch et la théorie des — **384**
SUPÉRIORITÉ INTELLECTUELLE. — Enquête médico-psychologique sur les rapports de la — avec la névropathie. I. Émile Zola 391
SYPHILITIQUE. — L'Hygiène du — 964
SYSTÈME DU MONDE. — Formation mécanique du — . . 557
SYSTÈME NERVEUX CENTRAL. — Leçons sur la structure des organes du — de l'Homme et des Animaux (en allemand). 35

T

TAGASASTE. — L'acclimatation du — en Algérie et en Tunisie. 89
TANIN. — Sur le — de la Galle d'Alep et de la Galle de Chine. 757
TEINTURE. — Création à Rouen d'un laboratoire de Chimie pour l'Enseignement de la — et de l'Impression 362
TEMPS PRIMAIRES. — Les provinces botaniques de la fin des — **5**
TENSION SUPERFICIELLE de l'eau et des solutions salines. 719
TERRAINS SÉDIMENTAIRES. — Recherches de M. Cayeux sur les — du Bassin de Paris et de la Belgique . **196**
TERRAINS TERTIAIRES. — Étude sur les — du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse. 439
THEORETISCHEN PHYSIK. — Kompendium der — I. Mechanik starrer und nichtstarrer Kœrper, Waermelehre. II. Elektricitaet und Magnetismus. Optik. 475
THÉORIE ATOMIQUE. — La — et la Théorie dualistique. 312
THÉORIE DUALISTIQUE. — La Théorie atomique et la —. 312
THÉORIE DES FONCTIONS. — Sur quelques points de la — 962
THÉORIE DES IONS. — L'Optique et la — **298**
THÉORIES CHIMIQUES. — Les nouvelles — 882
THÉRAPEUTIQUE. — Hygiène et — thermales. 166
THERMOCHIMIE. — Lois numériques et données expérimentales 881
THESSALIE. — La — 447
TISSU ÉLASTIQUE. — Formation et évolution des éléments du — 631
TORPILLES. — La construction des — et des torpilleurs. 1re partie. **177**
2e partie **234**
TORPILLEURS. — La construction des torpilles et des —. 1re partie. **177**
2e partie. **234**
— Installation de — sous-marins dans les flancs des croiseurs et des cuirassés. 526
TOUT A L'ÉGOUT. — La valeur agricole du — 611
TRACTION ÉLECTRIQUE. — Le système de — sur les lignes de la Madeleine à Courbevoie, Neuilly et Levallois. 402
— La —. 718
TRAMWAYS ÉLECTRIQUES. — Les — 351
TRANSFORMATEURS de tension à courants alternatifs. . 557
TRANSMISSION DES SIGNAUX. — La — à travers l'espace par les radiations électriques. 567
TRAVAILLEUR SOUS-MARIN. — Le —. 322
TRAVAUX MATHÉMATIQUES. — Revue de quelques —. . . **957**
TRAVAUX PUBLICS AUX COLONIES. — Les — : Les Chemins de fer. 934
TUBERCULINE DE KOCH. — La nouvelle — et la théorie des sucs plasmatiques de Buchner. **384**
TUBERCULOSE. — La lutte contre la —. **190**
— Congrès pour l'étude de la —. 644

U

URÉDINÉES. — Recherches histologiques sur la Famille des —. 601

URINE HUMAINE. — L'—. Urines normales, anormales, pathologiques. 313
USINE KRUPP. — L'—, ses développements, sa puissance actuelle. 113
USINES CÉRAMIQUES. — Le rôle de la Science et des Laboratoires industriels dans les —. 362
USINES D'ARTILLERIE AMÉRICAINES. — Les —; Bethlehem, Midvale, etc. 879

V

VAPEUR D'EAU. — Mesure du coefficient de diffusion de la — dans l'atmosphère et du coefficient de frottement de la —. 756
VER A SOIE. — Le —. Son élevage, son cocon 922
VERNIS et huiles siccatives. 75
VIEILLE-CASTILLE. — Contribution à l'étude géologique de la —. 213
VINIFICATION RATIONNELLE par l'emploi des levures, après stérilisation des moûts de raisin. 87
VOIES URINAIRES. — Maladies des —. Séméiologie. . . 439
VOLCANS. — Les anciens — de la Grande-Bretagne. . **902**
VOLTMÈTRE. — Nouveau — d'étalonnage 466
— Un nouveau — d'étalonnage. 567
VOYAGES D'ÉTUDES DE LA « REVUE ». 401
— Voyage en Egypte. 446
— Voyage aux capitales de la Baltique et en Russie. 485
— Voyage aux capitales de la Baltique et en Russie. 528
VOYAGES D'ÉTUDES DE LA « REVUE ». — Voyage au pays des Croisés : Syrie et Palestine. 565
— Voyage aux capitales de la Baltique et en Russie. Livres à lire. 569
— Voyage au pays des Croisés : Syrie et Palestine. Livres à lire 612
— Voyage aux capitales de la Baltique et en Russie. 643
— Voyage au pays des Croisés. 644
— Voyage au pays des Croisés. 731
— Le retour du « Sénégal » ramenant le voyage d'études de la « REVUE » au pays des Croisés. 766
— Voyage à Constantinople et Athènes. 892
— Voyage en Grèce, au mont Athos et à Constantinople (Vacances de Pâques 1898) 929
VOYAGEURS NATURALISTES. — Education scientifique des — 289

W

WIRBELFELDER. — Die Geometrie der — 843

Z

ZOOLOGIE. — Traité de — concrète. I. La Cellule et les Protozoaires 165
— Sur la méthode d'exposition en —. 175
— Revue annuelle de —. **266**
Traité de — IV. Vers (suite). Mollusques 757

ERRATA

P. 119, au lieu de *Malaquin*, lire **Malaguin** (A.).
P. 190, les chiffres des décès de tuberculose portés au tableau sont donnés pour 10.000 et non pour 1.000.
P. 191, à la fin de la deuxième colonne, au lieu de : « Les spores des bacilles peuvent ensuite germer », lire : « Les germes morbides peuvent ensuite proliférer ».
P. 683, au lieu de *Chavastelon*, lire **Chevastelon** (R.).
P. 797, col. 2, ligne 4, au lieu de *Foler*, lire **Forel**.
P. 797, col. 2, ligne 48, au lieu de *psychologie*, lire **physiologie**.

PARIS

LOUIS MARETHEUX, IMPRIMEUR

1, RUE CASSETTE, 1

5 WHSE 04471